



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN DIALYZAČNÍHO PŘÍSTROJE

DESIGN OF DIALYSIS MACHINE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Siumbel Zagidullina

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Bc. Siumbel Zagidullina**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **akad. soch. Josef Sládek, ArtD.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design dialyzačního přístroje

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Dialyzační přístroj je poměrně komplikované zařízení, které částečně nahrazuje funkci ledvin. Složitost zařízení sestávajícího z řady komponentů, zajišťujících mimotělní krevní oběh a chod obvodu s dialyzačním roztokem se promítá do vzhledu stávajících technicistně řešených produktů. Základní členitost přístroje je dána rozdělením na část podvozkovou, vlastní dialyzátor a horní displej.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je navrhnout originální design dialyzačního přístroje. Žádoucí je komplikovanost zařízení vizuálně sjednotit. Důležitou roli zde hraje pohodlná pohyblivost, stabilita, ergonomie a vliv na psychiku pacienta. Předpokládána je malosériová výroba s využitím současných technologií.

Dílčí cíle diplomové práce:

- identifikovat hlavní designérské trendy a charakteristické prvky současných dialyzačních přístrojů,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a výrobitelnost návrhu,
- realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designéřský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske-studium-ukoncení/>

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELD, Charlotte a Peter FIELD (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce je návrh dialyzačního přístroje, který je určen pro zdravotnická zařízení. Během této diplomové práce byla provedena designová a technická analýza stávajících produktů, na jejímž základě bylo dosaženo pochopení problému existujících přístrojů pro dialýzu. Výsledkem je nové koncepční řešení s důrazem na čistý tvar zařízení a s ohledem na ergonomické, technické a estetické požadavky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Design, dialyzační přístroj, hemodialýza, dialyzátor, zdravotnický přístroj

ABSTRACT

The topic of this diploma thesis is the design of a device for dialysis, which is intended for medical institutions. During this thesis existing products were analyzed from the design and technical side. Also was achieved an understanding of the problem of existing dialysis devices. The result is a new conceptual solution with an emphasis on creating clean forms of equipment and taking into ergonomic, technical and aesthetic requirements.

KEYWORDS

Design, dialysis machine, hemodialysis, dialyzer, medical device

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZAGIDULLINA, Siumbel. *Design dialyzačního přístroje*. Brno, 2021. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce panu akad. soch. Josefu Sládkovi, ArtD. za cenné rady, za trpělivost a účast ve všech fázích přípravy diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat MUDr. Damiru Yusupovovi z nemocnice první lékařské péče za poskytnutí důležitých informací, týkajících se problémů uživatele přístroje.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

podpis autora

OBSAH

TITULNÍ STRANA	1
ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE	3
ABSTRAKT	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	9
PODĚKOVÁNÍ	11
PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE	11
OBSAH	
1 ÚVOD	16
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	17
2.1 Designérská analýza	17
2.1.1 Historie	17
2.1.2 Přehled současné produkce	19
2.1.3 Vlastní analýza	30
2.2 Technická analýza	31
2.2.1 Příprava k procesu hemodialýzy	31
2.2.2 Proces hemodialýzy	32
2.2.3 Ukončení procesu hemodialýzy	32
2.2.4 Vnější komponenty	33
2.2.5 Mimotělní krevní obvod	34
2.2.6 Monitor	36
2.2.7 Dialyzační roztok	36
2.2.8 Popis vnitřních komponent	37
2.2.9 Jednotka procesoru	38
2.2.10 Zdroj hydrauliky	39
2.2.11 Umělá ledvina budoucnosti	40
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	42

3.1	Analýza problému	42
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	42
3.3	Cíl práce	43
3.4	Cílová skupiná	44
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	44
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	44
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	45
4.1	Variantní studie 1	45
4.2	Variantní studie 2	46
4.3	Variantní studie 3	48
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	50
5.1	Kompozice	50
5.1.1	Podvozková část	51
5.1.2	Odkládací prostor	52
5.1.3	Detaily	53
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	55
6.1	Rozměrové řešení	55
6.2	Funkce zařízení a vnější komponenty	56
6.3	Vitřní konstrukce a komponenty	59
6.4	Použité materiály	60
6.5	Ergonomické řešení	61
6.5.1	Displej a odkládací prostor	61
6.5.2	Přístup ke krevní části	63
6.5.3	Umístění a pohyb přístroje	64
6.5.4	Podvozková část	65
6.6	Bezpečnost a hygiena	66
6.7	Udržitelnost	67
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	68
7.1	Barevné řešení	68
7.2	Grafické řešení	70
7.2.1	Logotyp	70

7.2.2	Ovládací panel	71
8	DISKUZE	72
8.1	Psychologická funkce	72
8.2	Sociální funkce	72
8.3	Ekonomická funkce	73
9	ZÁVĚR	74
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	75
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	78
12	SEZNAM PŘÍLOH	80
13	SEZNAM TABULEK	81
14	ZMENŠENÉ POSTERY	82

1 ÚVOD

V dnešní době je problém selhání ledvin důležitější než kdy jindy. Počet zaznamenaných onemocnění se každoročně zvyšuje, což znamená, že i léčba selhání ledvin jde kupředu. Při léčbě selhání ledvin se používá dialyzační přístroj, díky kterému probíhá čištění krve mimo tělo pomocí umělého filtru dialyzačního přístroje, jímž prochází krev pacienta a je tak zbavena od toxinů a přebytečné tekutiny.

S každým rokem roste úroveň medicíny a objevují se nová moderní zařízení a technologie pro léčbu závažných onemocnění, spolu s tím rostou požadavky na vzhled zdravotnických přístrojů, neboť ty mají přímý vliv na lidskou psychiku.

Pacienti tráví v blízkosti dialyzačního přístroje minimálně pět hodin týdně, a proto je velmi důležité, aby takové zařízení mělo na člověka pozitivní vliv, a to jak na pacienta, tak na zaměstnance nemocnice. Moderní, jednoduchý a zajímavý design by pomohl vyřešit problematiku psychologického působení a vlivu.

V teoretické části této diplomové práce bude rozebrána funkce dialyzačního přístroje, jeho specifikace, popis důležitých částí zařízení a bude provedena analýza moderních zařízení pro dialýzu, která jsou v současné době na trhu. V praktické části diplomové práce budou uvedeny tři možnosti návrhu takového zařízení, na jejichž základě je vybrána konečná varianta, která bude následně zpracována jako finální řešení a popsána ve všech designérských aspektech.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

Moderní společnost se vyvíjí rychlým tempem a spolu s tím se optimalizují a zlepšují všechny oblasti života. Medicína není výjimkou. Dialyzační přístroje se také mění a zlepšují každý rok. Spolu s tím vzniká otázka snadno použitelného a funkčního designu.

2.1.1 Historie

Historie vytváření „umělé ledviny“ je jednou z nejzajímavějších stránek moderní medicíny. Vznik dialyzátoru začal tím, že mladý lékař William Kolff, který pracoval na univerzitě v Groningenu (Nizozemsko), začal experimentovat s prvními vlastními návrhy „umělé ledviny“ ještě před vypuknutím druhé světové války. Lékař byl ovlivněn hlubokým otřesem ze smrti 22 letého syna farmáře s uremií, kterého léčil na začátku své lékařské praxe.[1]

11. září 1945 byl Kolff schopen prokázat, že jeho zařízení je účinné při léčbě pacientů s akutním selháním ledvin. Byl to kritický milník ve vývoji hemodialýzy, protože jeho záchranný potenciál byl poprvé realizován. V roce 1946 vydal Kolff svou klasickou práci zabývající se „novými způsoby léčby uremie“, která se stala světově prvním vodítkem pro léčbu pomocí hemodialýzy. [2]

Později Kolffova umělá ledvina překročila Atlantik a dorazila do nemocnice Peter Brent Brigham v Bostonu, kde prošla významným technickým zlepšením. Modifikovaný stroj se stal známým jako umělá ledvina Kolff-Brigham a v letech 1954 až 1962 byl odeslán z Bostonu do 22 nemocnic po celém světě. [6]



Obr. 2-1 Akutní dialýza během korejské války (1952) [1]

V roce 1947 Švéd Nils Alwall publikoval vědecké práce popisující upravený dialyzátor, který by mohl provést potřebné kombinace dialýzy a ultrafiltrace lépe než původní Kolffova ledvina. Celofánové membrány použité v tomto dialyzátoru by mohly odolat vyššímu tlaku kvůli jejich uložení mezi dvěma ochrannými kovovými mřížkami. Všechny membrány byly v těsně uzavřeném válci tak, aby mohly být generovány různé tlakové poměry. [4]



Obr. 2-2 Nils Alwall v roce 1946 s raným modelem dialyzačního stroje [1]

Chronická dialýza

Průlom v této oblasti učinil Belding Scribner v roce 1960 ve Spojených státech vývojem toho, co se později stalo známým jako „Scribner zkrat“. Tato nová metoda poskytuje relativně jednoduchý způsob přístupu k pacientovi, tj. oběhový systém, který by mohl být použit po dobu několika měsíců, což znamená, že pacienti s chronickým onemocněním ledvin by měli možnost léčby pomocí dialýzy. [6]

Po prvních úspěších v Seattlu se hemodialýza stala celosvětovou léčbou chronického a akutního selhání ledvin. Membrány, dialyzátory a dialyzační přístroje byly neustále vylepšovány a průmyslově vyráběny ve stále větším počtu. Významným krokem vpřed byl vývoj prvního dutého dialyzátoru v roce 1964. Tato technologie nahradila do té doby tradiční membránové trubky a ploché membrány řadou kapilárních dutých membrán.[5]

Tento postup umožňoval výrobu dialyzátorů s dostatečně velkým povrchem, aby splňovaly požadavky na efektivní dialýzu. V následujících letech bylo díky vývoji vhodných průmyslových výrobních technologií možné vyrábět velké množství jednorázových dialyzátorů za přiměřenou cenu. [5]

Tento postup umožňoval výrobu dialyzátorů s dostatečně velkým povrchem, aby splňovaly požadavky na efektivní dialýzu. V následujících letech bylo díky vývoji vhodných průmyslových výrobních technologií možné vyrábět velké množství jednorázových dialyzérů za rozumnou cenu. [5]

Dnes jsou dialyzátory vyrobeny ze zcela syntetického polysulfonu, plastu, který vykazuje mimořádně dobrou filtrační účinnost. Nejmodernější dialyzační přístroje mají efektivní sledování a systémy se staly více uživatelsky přívětivými. Stále rostoucí počet dialyzačních přístrojů nejnovější generace využívá také počítačově řízené stroje, on-line technologie a speciální software. [4]

2.1.2 Přehled současné produkce

V dnešní době je na trhu mnoho typů dialyzačních přístrojů od různých výrobců. Nicméně někteří výrobci kladou větší důraz na kvalitu svých výrobků a snaží se při výrobě zařízení pro dialýzu používat moderní technologie.

Fresenius 4008

Firma Fresenius se již více než 50 let zabývá výrobou dialyzačních přístrojů a dnes je předním světovým poskytovatelem produktů a služeb pro osoby s chronickým selháním ledvin. První zařízení Fresenius bylo vyrobeno v roce 1992 a používá se dodnes. [4]

Tvarování

Jedná se o obdélníkové tvarování přístroje s prodlouženou základnou. Na spodní přední části je umístěn pedál. Podvozková část slouží také jako místo, kde by měly být umístěny kanystry, ale v tomto případě zde není žádná přepážka, což je nevýhoda, protože kanystry mohou spadnout. Displej je umístěn v přední části těla a není nijak oddělený. Ovládání dialyzačního postupu probíhá pomocí praktických tlačítek, která jsou umístěna pod displejem. Na samotném displeji se graficky zobrazují všechny potřebné informace.

Ergonomie

Ergonomický design a logická struktura ovládacího menu přístroje výrazně usnadňují proces ovládání, stejně jako rychlé a intuitivní programování léčebných parametrů. Přístroj má relativně malé rozměry, což usnadňuje práci personálu v případě potřeby manipulace s přístrojem.

Barevné a grafické řešení

Barevné řešení zůstává praktické a je provedeno v bílé barvě, pouze některé malé části jsou provedeny v modré barvě, aby byly od celého zařízení odděleny. V modré barvě jsou tlačítka, aby je obsluha mohla na bílém pozadí snadno rozlišit.



Obr. 2-3 FRESENIUS 4008 [4]

Fresenius 5008 CorDiax

Dalším přístrojem, který firma Fresenius vytvořila, je 5008 CorDiax. Tento přístroj je zcela odlišný od předchozí verze (Fresenius 4008). Zde výrobci kladli větší důraz na ergonomii a pohodlí při používání zařízení. Toto zařízení bylo poprvé vyrobeno v roce 2005 a vyrábí se dodnes. [4]

Tvarování

Tělo zařízení se stalo kompaktnějším. Displej je zcela oddělen od těla zařízení a působí jako samostatná část. Ovládání procesu dialýzy probíhá pomocí dotykové obrazovky. Displej se může pohybovat v různých směrech, lze také nastavit výšku a úhel sklonu displeje. Krevní část, která je propojena s pacientem a kterou prochází jeho krev, vypadá těžší, ale při čištění krve má řadu výhod. Výrobci také tuto část zařízení uzavřeli průhledným krytem. Na spodní straně není žádný výstupek potřebný pro umístění solných roztoků. To znamená, že budou uloženy na podlahu nebo na samostatný speciální vozík.

Ergonomie

Z hlediska ergonomie lze říci, že tento přístroj má výhody. Displej je vyroben tak, aby jím zaměstnanci v případě potřeby mohli pohybovat v libovolném směru. K přehlednosti přispívá i průhledný kryt.

Barevné a grafické řešení

Stejně jako u předchozí verze je barevným řešením celého zařízení bílá. Podvozková část je však vyrobena ve světle šedé barvě a pedál v tmavě šedé barvě, také ze strany bočnice zařízení vertikálně probíhá světle šedá linie.



Obr. 2-4 FRESENIUS 5008 CorDiax [4]

Fresenius 6008 Care System

Zařízení 6008 Care System od německé firmy Fresenius Medical Care, které bylo vyrobeno v roce 2016, je nejnovější vylepšená verze dialyzátorů této společnosti, která má více výhod než předchozí modely. [4]

Tvarování

Tvarové řešení tohoto přístroje není složité. Hlavní část přístroje má geometrický tvar. Displej je připojen k hlavní části zařízení a umístěn nahoře. Prostor potřebný pro uložení koncentrátů je zmenšený, ale dostačující. Konstrukce krevní části je výrazně zjednodušená a vyrobena podle systému „all-in-one“. Díky univerzálnímu řešení vše v jednom má kompaktní konstrukci a je vyroben z lehkého materiálu Biofine, který snižuje hmotnost a je šetrný vůči životnímu prostředí. [5]

Ergonomie

Celková podoba zařízení se stala ještě kompaktnější, což je vždy plus pro obsluhu, protože to znamená snadnost pohybu. Za zmínku stojí železný držák ve spodní části zařízení, určený k držení kanystrů s roztoky.

Barevné a grafické řešení

Model byl vyroben v klasické bílé barvě. Jednotlivé komponenty jako pedál a rukojeť jsou v modré barvě, která je kombinována s grafickým řešením displeje.



Obr. 2-5 FRESENIUS 6008 Care System [5]

B. Braun Dialog+

Německá společnost B. Braun je jedním ze světových lídrů ve výrobě produktů pro oblast zdravotnictví. V České republice působí společnost B. Braun od roku 1993 a zaujímá vedoucí pozici v poskytování zdravotnických prostředků. Jedním z moderních přístrojů na dialýzu, které firma B. Braun vyrábí, je Dialog+. [5]

Tvarování

Přístroj má celkově jednoduchý kubický tvar. Za zmínku stojí také spodní část přístroje, která byla řešena pro umístění kanystrů a také byla vertikálně prodloužena ve tvaru lichoběžníku, aby tak vznikl samostatný prostor pro kola.

Ergonomie

Charakteristickou vlastností tohoto zařízení je přítomnost místa za displejem, kam lze umístit potřebné pomůcky, ale to je výhoda pouze jednostranná, protože takové řešení znemožňuje výraznější změnu sklonu přístroje.

Barevné a grafické řešení

Barevné řešení je provedeno v bílé barvě bez dalších odstínů pro jednotlivé části dialyzátoru. Hlavní zvláštností odlišující tento přístroj od ostatních je grafické řešení krevní části v podobě nápovědy pro obsluhu.



Obr. 2-6 B. Braun Dialog+ [5]

B. Braun DIALOG iQ

Další známý dialyzátor od firmy B. Braun je DIALOG iQ.

Tvarování

Jedná se o kubický tvar zařízení se samostaným monitorem. V tomto dialyzátoru jsou speciální profily pro pacienty, ve kterých lze nastavit teplotu, dialyzační profily a heparin. Tyto profily lze snadno uložit pomocí systému nebo karty pacienta. Monitor je vyroben tak, aby během dialýzy zobrazoval všechny potřebné informace o pacientovi. Společnost B. Braun klade velký důraz na získání zpětné vazby od pacientů a uživatelů dialyzačního přístroje a snaží se jim jejich zařízení optimalizovat. [7]

Ergonomie

Výrobci ujišťují, že pomocí jejich dialyzačního zařízení je možné věnovat více času pacientovi. Přednastavení dialyzačního přístroje, dokumentace u lůžka pacienta a automatické ukládání parametrů léčby pomocí systému NEXADIA ušetří sestře až 21 minut u jedné dialýzy. [7]

Barevné a grafické řešení

Tvarování tohoto zařízení je velmi podobné předchozí verzi dialyzačního přístroje Dialog+, ale s odlišným v barevném řešení. Zde se výrobci rozhodli přidat barvy a tím svůj produkt zvýraznit. Zařízení je ve třech různých barvách: bílá, šedá a zelená. Kolečka jsou v bílé a černé barvě.



Obr. 2-7 B. Braun Dialog IQ [7]

Nikkiso DBB-05

Nikkiso je japonský výrobce inovativních high-tech hemodialyzačních zařízení. Přístroj DBB-05 je jedním z nejznámějších dialyzátorů této firmy. [8]

Tvarování

Přístroj Nikkiso DBB-05 má oproti přístrojům jiných firem zaoblené rohy. Tato podoba zařízení nejen obecně zmírňuje vnímání přístroje člověkem, ale také je výraznou charakteristikou firmy Nikkiso.

Ergonomie

Tlačítka pro zapnutí a nastavení modulu displeje jsou na jedné straně, aby osoba obsluhující přístroj nemusela při změně nastavení displeje měnit polohu své ruky. Lze také říci, že toto zařízení je kompaktnější než standardní dialyzační přístroj, což je plus pro obsluhující personál při pohybu a používání. Pedál na zablokování pohybu zařízení se nachází na každém z koleček zvlášť.

Barevné a grafické řešení

Kromě charakteristického zaobleného tvaru celého zařízení se dá říci, že barevné řešení zůstalo v tradiční bílé barvě, která je univerzální. Nicméně spodní část, která je určena pro koncentráty, je světle šedá, v této barvě jsou také okraje displeje. Výrobci zdokonalili grafiku displeje, který je částečně v zelené barvě.



Obr. 2-8 Nikkiso DBB-05 [8]

Nikkiso DBB-EXA

Další dialyzátor je také od firmy Nikkiso, je ale novější a má více funkcí.

Tvarování

Tento přístroj využívá oblé tvary. V tomto případě výrobci vzali v úvahu potřebu umístění pedálu na přední části zařízení. Navíc přidali potřebnou položku – držák dokumentace.

Ergonomie

Dialyzační přístroj byl navržen jako zařízení, které má vysokou kvalitu a míru bezpečnosti použití. S pomocí tohoto přístroje, který má monitor, je možné zkrátit dobu použití dialyzátoru a věnovat více pozornosti pacientovi. Výrobci slibují snížení nákladů na údržbu pomocí automatické kontroly produktivity zařízení. Připojení pacienta k přístroji probíhá velmi jednoduše pomocí karty pacienta, na kterou jsou uloženy všechny potřebné informace, jež se rychle exportují do systému přístroje.

Barevné a grafické řešení

Stejně jako většina ostatních výrobců používá firma Nikkiso při vytváření svého zařízení bílou barvu. Spodní protáhlá část je vyrobena v šedomodré barvě a v jednom z odstínů modré byla vedena linka po obvodu displeje. Rozhraní displeje přístroje je uživatelsky přívětivé, využívá návod s intuitivními grafickými pokyny. [9]



Obr. 2-9 Nikkiso DBB-EXA [9]

Belco Primula

Další zařízení představuje italská firma Belco.

Tvarování

Toto zařízení se vyznačuje jednoduchostí provedení. Hlavní tělo přístroje má obdélníkový tvar a mírně zaoblené hrany. Spodní část zařízení byla prodloužena z přední strany pro umístění koncentrátů, ale taky byla prodloužena i boční část, ke které se připojí spodní část infúzního stojanu, který byl v tomto případě prodloužen a vyroben v délce celého zařízení.

Ergonomie

Displej je zabudovaný do těla zařízení. Z hlediska ergonomie to není pohodlné, protože chybí možnost otočit displej v případě potřeby, což znamená, že zaměstnanec musí otočit celé zařízení. Je třeba se zmínit o nejasném rozdělení prvků krevní části, která se liší od umístění prvků u ostatních dialyzačních zařízení. V tomto případě bude muset personál zdravotnického zařízení absolvovat dodatečné školení, jak zařízení od této firmy používat.

Barevné a grafické řešení

Barevné řešení je úsporné s využitím bílé barvy. Rozhraní displeje má však určité barevné řešení, které se liší od barvy celého zařízení, a to v šedé, modré a žluté barvě. Tlačítka pod displejem mají stejnou modrou barvu, jaká byla použita na obrazovce monitoru.



Obr. 2-10 Bellco Primula [10]

Baxter Gambro ARTIS 230V PHYSIO

Baxter International Inc. je americká zdravotnická společnost se sídlem v Deerfieldu v Illinois. Společnost se zaměřuje především na produkty určené k léčbě hemofilie, onemocnění ledvin, imunitních poruch a dalších chronických i akutních zdravotních stavů. Poskytuje řadu způsobů léčby pacientů prostřednictvím inovativních technologií, které jsou navrženy tak, aby pomohly zjednodušit každodenní operace a zvýšit uživatelský komfort. [10]

Tvarování

Firma Baxter se liší tím, že i nadále pokračuje ve výrobě přístroje pro dialýzu s displejem, který je zapuštěn do těla přístroje, zatímco všechny ostatní firmy už dávno vyrábějí displeje, které jsou samostatnou součástí přístroje. Celková podoba zařízení je jednoduchá a má zaoblený tvar.

Ergonomie

Zde stojí za zmínku rukojeti na zadní straně zařízení, které jsou umístěny vertikálně, zatímco ostatní výrobci používají jednu souvislou horizontální rukojeť.

Barevné a grafické řešení

Výrobci pro své zařízení ARTIS Physio II použili také neobvyklé barevné řešení. Přední a zadní část jednotky je zčásti modrá, zatímco boky jsou světle šedé a přední strana je charakteristická šedým pruhem.



Obr. 2-11 Baxter Gambro ARTIS 230V PHYSIO [11]

Nipro SURDIAL X

Posledním zařízením, které bude hodnoceno, je Nipro SURDIAL X. Nipro je japonská společnost pro výrobu zdravotnických zařízení, která byla založena v roce 1954.[11]

Tvarování

Celý tvar zařízení připomíná obdélník, ale má zaoblenou hranu v místě, kde by měly být umístěny kanystry. Za zmínku stojí infúzní stojan, který je umístěn na levém okraji zařízení, a po boční straně běží stříbrná linie, která vizuálně navazuje na infúzní stojan.

Ergonomie

Na první pohled se tento přístroj neliší od ostatních žádnou funkcí, nicméně má výhodu v podobě podložky na zdravotnické potřeby, ta se nachází na krku displeje, který se může otáčet v různých směrech. Umístění jednotlivých prvků krevní části je pochopitelné a nevyžaduje dodatečné školení zdravotnického personálu.

Barevné a grafické řešení

Barevné řešení je v bílé barvě, pouze část kolem displeje je černá. Můžeme zde také vidět využití stříbrné barvy na části bočních zařízení.



Obr. 2-12 Nipro SURDIAL X [12]

2.1.3 Vlastní analýza

V průběhu vypracovávání této diplomové práce proběhla elektronická komunikace s lékařem z nemocnice první lékařské péče, která je v Rusku. MUDr. Damir Yusupov odpověděl na všechny potřebné otázky týkající použití dialyzačního přístroje. Z této komunikace vyplynulo několik aktuálních problémů spojených s údržbou a používáním zařízení.



Obr. 2-13 Dialyzační přístroje Fresenius 4008 S a 5008 CorDiax – MUDr. Damir Yusupov – Fotodokumentace z nemocnice

Požadavky na údržbu dialyzačního přístroje:

- nutnost průhledných dveří na oběhovou část kvůli ochraně před prachem a nečistotami;
- vzhledem k tomu, že je nutné toto zařízení neustále otáčet, je důležité, aby kola byla stabilní a tělo zařízení kompaktní;
- potřeba spodního držáku kanystrů na hemodialýzu;
- je třeba vytvořit odkládací prostor pro zdravotnické pomůcky, který by mohl být vždy v blízkosti zařízení;
- zaměstnanci nemocnice by si přáli, aby zařízení mělo barvu, která se hodí do interiéru lékařské ordinace.

2.2 Technická analýza

Pomocí dialyzačního přístroje se provádí hemodialýza. Hemodialýza je metoda čištění krve pacienta s akutním a chronickým selháním ledvin mimo jeho tělo. Během hemodialýzy dochází k odstranění toxických metabolických produktů z těla. Jinými slovy je to spása pro lidi s onemocněním ledvin. Díky hemodialýze může člověk trpící selháváním ledvin vést aktivní život.

2.2.1 Příprava k procesu hemodialýzy

Proces hemodialýzy prochází několika fázemi přípravy přístroje na práci – ty mohou být rozděleny do tří hlavních fází:

- proplachování před dialýzou,
- vlastní testování,
- příprava na dialýzu.

Proplachování přístroje „umělá ledvina“ – to je nezbytný postup při zapnutí přístroje, související s nutností odstranit zbytky chemických dezinfekčních prostředků, a také se zabráněním růstu kolonie bakterií v hydraulickém systému aparátu. Na konci proplachovacího programu přístroj projde testem hydrauliky, který určuje připravenost přístroje na následné procedury. Při provádění proplachovacího programu zařízení zajišťuje průchod čisté vody přes všechny jednotky hydrauliky s rychlostí průtoku 500 ml/min.

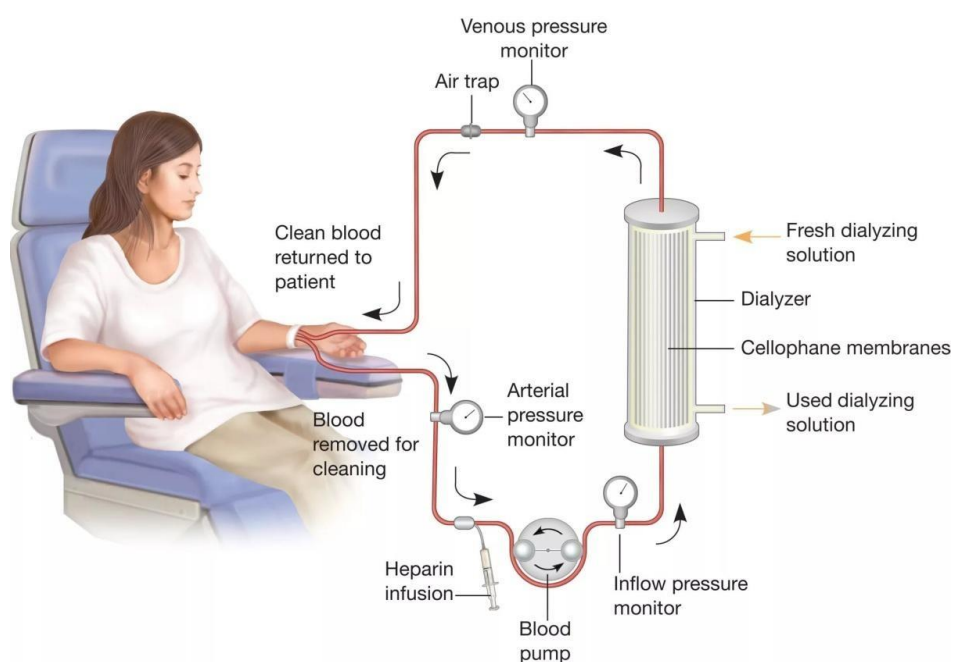
Přechod do režimu self-testování zařízení se provádí automaticky při spouštění čerpadel do kanystrů s koncentrátem. Zároveň přístroj odebere koncentrát a připraví z něj dialyzační tekutinu. Během této doby musí přístroj nabrat požadovanou teplotu, za které postupně prochází testy hydraulické a procesorové části přístroje. Pokud některý z testů vykáže chybu, může se opakovat třikrát. Po dokončení testu přístroj vydá zprávu o úspěšném provedení testů a navrhne přejít do režimu přípravy na dialýzu.

Po úspěšném absolvování testů přístroj začne s přípravou na dialýzu. V tomto případě procesor blokuje všechny alarmy. Na přístroji je zajištěn krevní systém, dialyzátor. Pak se zapne motor krevní linie a systém spolu s dialyzátorem se automaticky naplní fyziologickým roztokem. Poté přístroj zastaví krevní motor a další přípravu provádí operátor, který odstraní vzduchové bubliny, jenž zůstaly v systému a napojí oběh krve do kruhového oběhu fyziologického roztoku. Poté je krevní systém připraven k připojení pacienta. [26]

2.2.2 Proces hemodialýzy

Před napojením nemocného sestra zkontroluje jeho klinický stav. Před hemodialýzou i po hemodialýze probíhá vážení. Krevní tlak se měří nemocnému na začátku, v průběhu a na konci hemodialýzy. Dále se měří pulz. Sestra zkontroluje funkčnost cévního přístupu a zkontroluje se i stanovená celková ultrafiltrace během dialýzy. Základní princip hemodialýzy je vždy stejný, ale každé pracoviště má odlišné a vlastní provedení postupu. Každé pracoviště má svoji dokumentaci neboli dialyzační protokol. [25]

Proces hemodialýzy začíná připojením pacienta k přístroji. Krev pacienta prochází trubicí, kterou krev vstupuje do oběhového systému dializačního přístroje. Odtud krev prochází krevní pumpou, která se otáčí, aby tlačila krev přes dialyzátor. Ke krevní pumpě je připojena heparinová pumpa, která zabraňuje srážení krve. Dále krev prochází dialyzátorem, ke kterému je připojen čerstvý dialyzát, ve kterém vyčištěná krev pokračuje dál do trubice, a toxiny odcházejí do použitého dialyzátu. Posledním krokem je průchod krve odvzdušňovačem, který odstraňuje nahromaděné částice vzduchu a je. Poté se očištěná krev vrací do žilního systému pacienta. [13]



Obr. 2-14 Proces hemodialýzy [14]

2.2.3 Ukončení procesu hemodialýzy

Dokončení procesu hemodialýzy také prochází několika fázemi:

- dezinfekce přístroje,
- diagnostický režim.

Dialyzační proces s použitím dvou složek koncentrátu je spojen s tvorbou sedimentu, který se usazuje na stěnách potrubí a v mechanismech hydraulické části zařízení. Pokud nedojde k žádným opatřením po dialýze, povede to v krátké době k selhání hydrauliky přístroje. Proto je po každé dialýze nutné provést čištění hydrauliky, většinou pomocí kyseliny citronové v koncentraci 20–30 %. Některé přístroje mají režim tepelné dezinfekce s kyselinou citronovou, což zvyšuje účinnost čištění hydrauliky.

V každém přístroji „umělá ledvina“ je k dispozici sada programů pro provedení odpovídající dezinfekce, přístroj uloží do své paměti čas konání poslední dezinfekce a v případě nalezení zbytků sedimentu v hydraulickém systému přístroje vyžaduje další oplachování. Přístroj má také technický režim určený k diagnostice poruch, pomocí kterého je v případě chyby možné problém rychle vyřešit, ještě před připojením dalšího pacienta. [26]

2.2.4 Vnější komponenty

Dialyzační zařízení lze rozdělit na několik důležitých částí.

Pro nastavení a sledování průběhu dialyzačního procesu se používá displej, který se nachází v horní části zařízení. Za displejem je infúzní stojan, ten slouží k zavěšení fyziologického roztoku, který se používá k vyplachování a vytlačování vzduchu z části s krevním obvodem. Na zadní straně přístroje je rukojeť pro pohybování přístrojem. Hlavní součástí je krevní obvod, kterým prochází a čistí se krev pacienta. V dolní části přístroje je prostor pro kanystry s koncentrátem pro dialyzační roztok. Tato část slouží také jako podvozek celého zařízení. [15]



Obr. 2-15 Fresenius 6008 vnější komponenty [5]

2.2.5 Mimotělní krevní obvod

Místo, které je spojeno s krví pacienta, se nazývá mimotělní krevní obvod a skládá se z částí, kterými prochází krev pacienta. Konstrukce této části zahrnuje tři bloky:

- systém pro čištění krve, včetně čerpadla na krev a zavedení heparinu, krevní pumpu, zařízení pro odstranění bublinek vzduchu, snímače tlaku — žilní a arteriální;
- systém pro přípravu dialyzátu — sem patří zařízení pro míchání vody a koncentrátu, odstranění vzduchu, regulace teploty roztoku a detektor úniku krve;
- dialyzátor, který je filtrem s celulózovou nebo syntetickou polopropustnou membránou.

Dialyzátor

Nejdůležitější částí je dialyzátor. V dialyzátoru krev prochází malými trubicemi se speciálními membránami. V membránách jsou otvory, do kterých pod tlakem krve odcházejí toxiny a odpadní produkty — močovina, kreatinin, sodík a draslík. [15]



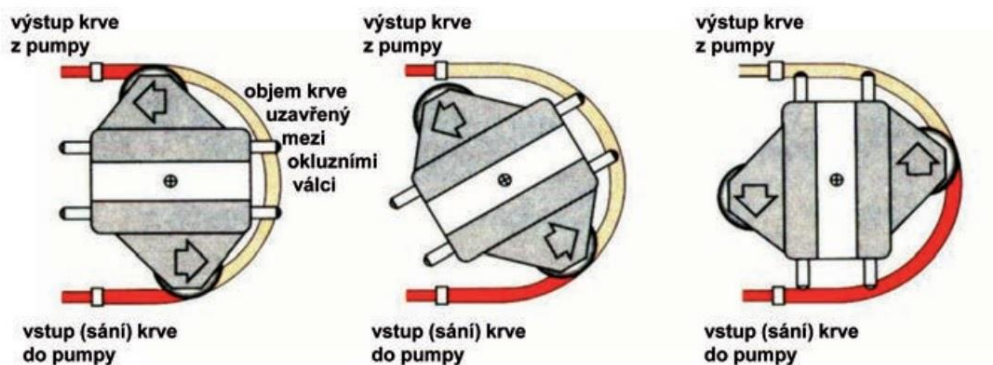
Obr. 2-16 Dialyzátor [15]

V současné době je kvalita hemodialýzy dána především kvalitou dialyzátorů. Dnes se používá pouze kapilární dialyzátor, avšak na trhu lze najít různé typy podle membrány, velikosti plochy nebo způsobu sterilizace. Podle propustnosti membrány lze rozlišit vysokopropustný (high flux) a nízkopropustný (low flux) dialyzátor. Podle původu lze membrány dělit na celulózové (přírodní) a syntetické. Nevýhodou celulózové membrány je nižší biokompatibilita. Biokompatibilita je snášenlivost cizího (umělého) materiálu s krví. Důsledkem špatné snášenlivosti při hemodialýze může docházet ke svědění, zarudnutí či bolesti v zádech. [25]

Krevní pumpa

Dalším důležitým prvkem hemodialyzačního přístroje je peristaltická krevní pumpa, která prohání krev celým mimotělním obvodem s dialyzátorem. Princip její funkce je zřejmý. Dva pružně uložené okluzní válce se odvalují po segmentu založeném v krevní pumpě a tlačí před sebou krev. [15]

Princip činnosti peristaltické krevní pumpy



Obr. 2-17 Princip činnosti peristaltické krevní pumpy [15]

Heparinová pumpa

Biologické systémy jsou vytvořeny přírodou, rozpoznají jakoukoli odlišnost a atakují ji. Smyslem je chránit před invazí jiných organismů a před degenerací buněk. Tak pracuje i koagulační systém, který se aktivuje při kontaktu s jakýmkoli povrchem a snaží se okamžitě zastavit krvácení. Proto při provádění jakýchkoli postupů s krevním oběhem na umělých trubkách je nutné použít léky, které inhibují činnost systému srážení krve. Obvykle jsou to hepariny. [17]

Heparin se injektuje do segmentu potrubí s pozitivním tlakem (krevní pumpou), aby se krev v mimotělním obvodu při dialýze nesrážela. Tato okolnost klade určité požadavky na spolehlivost pístů stříkaček, které musí po dobu 3–4 hodin odolat silnému tlaku. [17]

Tlaková čidla

Tlaková čidla, napojená na různá místa mimotělního obvodu, mají za úkol monitorovat jeho dobrou průchodnost. Přístroj zpravidla mívá dvě nebo tři taková čidla. [15]

Ultrazvukový detektor vzduchu

Součástí mimotělního obvodu jsou kromě uvedených mechanických bloků také různá čidla, jejichž primárním úkolem je ochrana pacienta před komplikacemi, které by mohly nastat z „technických“ příčin. Jedním z nich je ultrazvukový detektor vzduchu v krevní cestě, obvykle umístěný v držáku váčku v návratové části krevní soupravy. Ten má zabránit vniknutí vzduchu hadičkami krevní soupravy, kdyby se do ní jakýmkoli způsobem dostaly, do cévního systému pacienta a tzv. vzduchové embolii, která by při velkém objemu infundovaného vzduchu mohla mít za následek i smrt pacienta. [15]

2.2.6 Monitor

Displej je nezbytný pro monitorování hemodialýzy obsluhou. Moderní stroje obvykle používají grafické uživatelské rozhraní (GUI) a displeje z tekutých krystalů (LCD displeje). V programu lze nastavit, řídit a měřit ultrafiltraci, dosáhnout zadaného objemu krevního filtrátu, který má být z těla nemocného v průběhu dialýzy odstraněn, a lze upravovat i mnoho jiných parametrů – regulovat průtok krve a dialyzátu, odvod tekutin z těla, měřit krevní tlak. Na dialyzačním monitoru lze také nastavit a měřit tzv. koagulometry srážecí čas krve a tím umožnit správné monitorování antikoagulační léčby.

Pomocí displeje lze dialyzační přístroj nastavit tak, aby odpovídal zvláštnostem každého pacienta, protože každý má individuální režim a parametry hemodialýzy. Potřebné údaje pacienta jsou zapsány do přístroje prostřednictvím speciální karty pacienta, která se zobrazuje na monitoru. Pomocí monitoru je v průběhu hemodialýzy třeba neustále sledovat zbývající čas procedury, teplotu, složení dialyzátu a rychlost průtoku krve. [11]

V blízkosti displeje jsou umístěna také tlačítka pro zapnutí monitoru a zadávání informací do přístroje, ale řízení jeho hlavního režimu se děje pomocí dotykové obrazovky.

2.2.7 Dialyzační roztok

Kapalina vstupující do prostoru dialyzátoru během dialýzy je obecně nazývána dialyzační roztok, zatímco tekutina opouštějící tento prostor a obsahující odpadní látky je nazývána dialyzát. Jedná se o sterilní roztok připravený k použití, jehož elektrolytová kompozice je podobná krvi, která je určena k použití za účelem výměny rozpuštěných látek přes polopropustnou membránu. V hemodialýzním systému se používá k odstranění konečných metabolických produktů z krve a k udržení odpovídající koncentrace elektrolytů v krvi a úrovně pH.

Dialyzační roztok se získává smícháním vyčištěné vody a solných koncentrátů v určitém poměru. Existují dva druhy solných koncentrátů: kyselé a alkalické. Oba koncentráty jsou nezbytné pro každý hemodialyzační postup. Koncentráty mohou být kapalné, připojené k přístroji v pětilitrových kanystrech, nebo mohou být ve speciálních kapslích ve formě prášku, ale nejčastěji se používá kapalná verze koncentrátů. Tekuté koncentráty se připevňují k přístroji pomocí vestavěných čerpadel ve dvou barvách: červené pro odběr kyselého koncentrátu a modré pro odběr alkalického koncentrátu. Po hemodialýze se roztok, který se používá k čištění krve, vypouští do kanalizačního systému, ke kterému se připojí. [18]

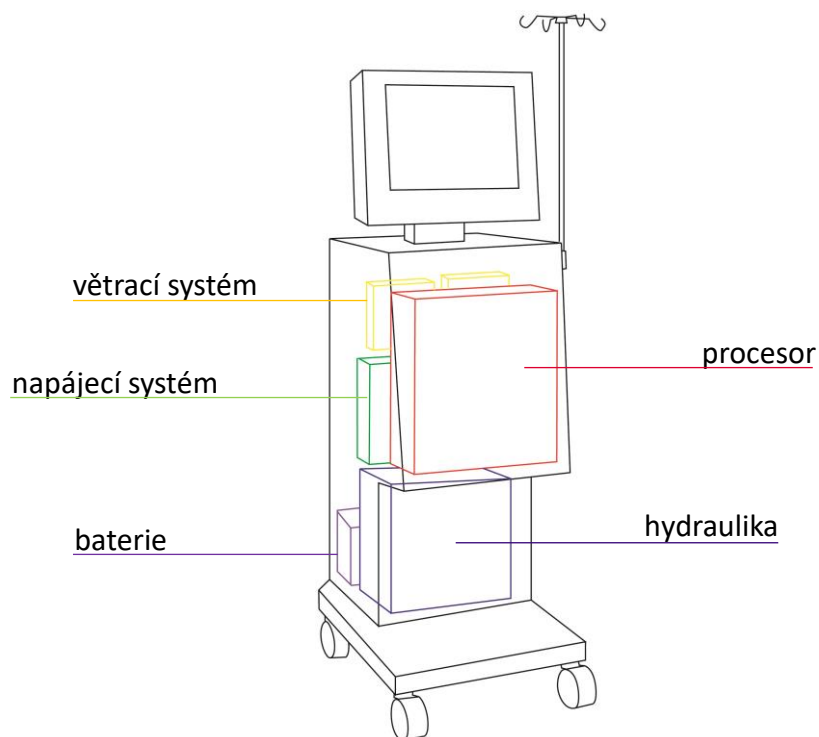
Kanystry, které obsahují koncentráty soli, musí mít uzavírací prvky, které zabraňují kontaminaci nebo ztrátě obsahu. Každý kontejner musí být označen tak, aby byl zobrazen jeho obsah. Jedním ze způsobů zobrazení obsahu je použití příslušného symbolu.



Obr. 2-18 Kyselé a alkalické koncentráty v kanistrech [18]

2.2.8 Popis vnitřních komponent

Hlavní části vnitřních komponent jsou procesor a hydraulika. Obě části řídí určité procesy, ale jejich úkoly se liší. Za procesorem je napájecí zdroj a ventilační systém. Za hydraulickou částí je baterie. [15]



Obr. 2-19 Popis vnitřních komponent

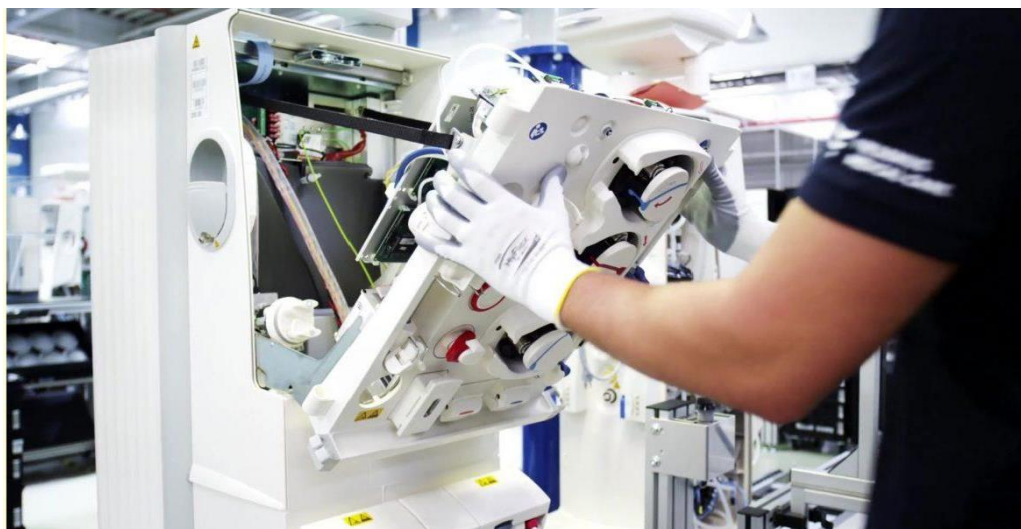
2.2.9 Jednotka procesoru

Správné fungování krevní části kontroluje jednotka procesoru a jednotka hydrauliky, ale jejich úkoly se výrazně liší. [15]

Jednotka procesoru je mozkiem zařízení, který ovládá většinu procesů. Blok procesoru vykonává trvalou kontrolu krevního a žilního tlaku před vstupem do dialyzátoru a po výstupu krve z něj. Kontrola žilního tlaku má zásadní význam, protože změna žilního tlaku ukazuje na závažné komplikace, které je nutno rychle odstranit. Také tato část reguluje rychlost dialyzační tekutiny. Optimální je rychlost rovnající se 500 ml/min. [15]

Jednotka procesoru monitoruje únik krve z dialyzátoru. Moderní detektory krve jsou velmi citlivé přístroje umožňující identifikovat mikroskopické nečistoty krve v dialyzátu. [19]

Blok procesoru také kontroluje práci krevní a heparinové pumpy, v případě objevení se signálu nebezpečí při provádění dialýzy zastaví přívod krve na dialyzátoru a dávkování heparinu v krvi. [15]



Obr. 2-20 Jednotka procesoru [1]

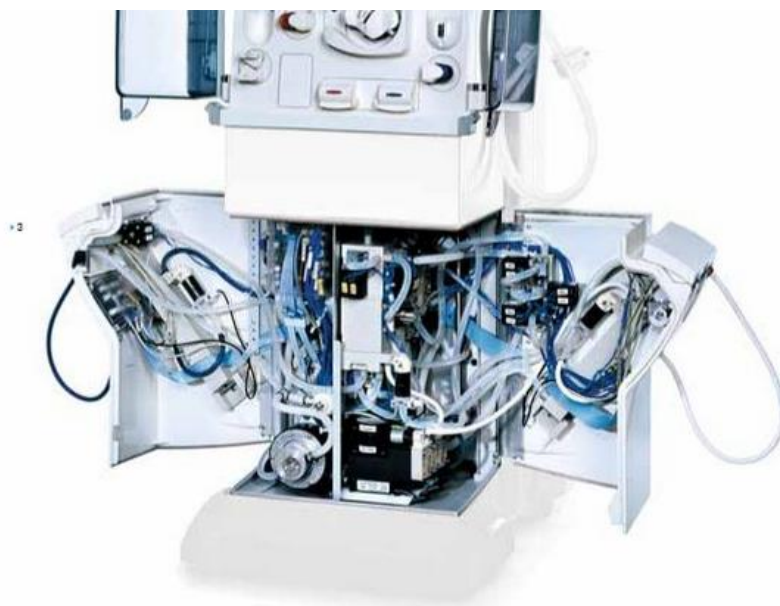
Konstručně je jednotka procesoru deska s konektory, na kterých jsou instalovány moduly procesoru. Každý modul má svůj funkční účel a při opravě může být nahrazen podobným. Na zadní straně jednotky procesoru je konektor pro připojení počítače. To poskytuje možnost diagnostikovat poruchy samotné jednotky procesoru, pokud není možný režim self-testování zařízení. [20]

2.2.10 Zdroj hydrauliky

Zdroj hydrauliky se nachází uvnitř v dolní části těla dialyzátoru. Jednotka hydrauliky připravuje dialyzační kapalinu z koncentrátu smícháním jedné části koncentrátu s 34 díly předem vyčištěné vody a přivádí připravenou kapalinu do dialyzátoru.

Jednotka hydrauliky je postavena na principu uzavřeného okruhu dialyzační kapaliny. Vyrovnávací komora je složena ze dvou identických a vzduchotěsných komor, jejichž objem je rozdělen pružnou nepropustnou membránou. Každá komora má dva vstupy a dva výstupy pro dialyzační kapalinu. Navíc je tato část zodpovědná za následující úkoly:

- ohřívá dialyzační kapalinu na požadovanou teplotu;
- dodává dialyzační kapalinu do dialyzátoru rychlostí od 300 do 1000 ml/min;
- provádí ultrafiltraci, tj. vytlačení sloučenin z krve (voda, močovina);
- provádí vnitřní dezinfekci zařízení před a po hemodialýze. [19]



Obr. 2-21 Zdroj hydrauliky [1]

Ve bloku hydrauliky jsou k dispozici senzory vodivosti a teploty, detektor úniku krve z dialyzátoru a i specifické senzory pro každý konkrétní model přístroje, provádějící monitoring provozu systému hydrauliky, čerpadla a pumpy. [15]

Konstrukce hydraulického bloku zajišťuje vysunutí jednotky z těla přístroje, aby byl volný přístup k prvkům hydrauliky. Každý element hydrauliky má svůj konektor, což umožňuje jeho vypnutí pro diagnostiku. Jednotka hydrauliky má čtyři porty pro připojení měřiče tlaku pro nastavení nebo určení poruchy jednotky. [20]

2.2.11 Umělá ledvina budoucnosti

Vzhledem k tomu, že dialýza dramaticky ovlivňuje životní styl pacientů, velké naděje se vkládají do vývoje implantovaných umělých ledvin. Předpokládá se, že umělá ledvina může pacientům s chronickým onemocněním ledvin poskytnout novou variantu překračující rámec krátkodobého řešení dialýzou ledvin a nákladné transplantace ledvin. Dnes se vývoj v této oblasti provádí za účelem vytvoření nositelného zařízení a implantovatelné varianty umělé ledviny.

Nejslavnější vývoj v této oblasti probíhá v rámci výzkumu ledvin, ve kterém pracují odborníci z Kalifornské univerzity v San Francisku a Vanderbilt university (USA). Vyvinuli implantát o velikosti šálku na kávu, který je schopen plnit funkce ledvin a stát se skvělým řešením pro pacienty s chronickým onemocněním ledvin. Toto nepříliš velké chirurgicky implantovatelné zařízení se skládá z vysoce propustného filtračního bloku a lidských ledvinových buněk.

Filtrační složka má mikroporty, které mohou mít individuální tvar, aby mohly plnit určité úkoly. Tyto filtry mohou být umístěny jeden nad druhým, z nichž každý bude mít jinou funkci filtrování. Celkem zařízení obsahuje patnáct takových filtrů umístěných jeden nad druhým. Mezi těmito filtry a kolem nich jsou živé buňky ledvin, které plní funkci absorpce živin a odstraňování nahromaděného odpadu. Vzhledem k tomu, že takové hybridní biologické zařízení bude umístěno mimo dosah imunitní reakce těla, bude tak chráněno před nepřijetím.



Obr. 2-22 Implantát z Kalifornské univerzity v San Francisku a Vanderbilt university (USA) [24]

Napájení dostane zařízení díky tlaku krve pacienta a toto zařízení nevyžaduje použití vnějších trubic, které jsou dnes spojeny s nositelnou umělou ledvinou.

Vyčištěná krev se vrací do oběhového systému prostřednictvím žil připojených k implantátu a odpad se pohybuje do močového měchýře prostřednictvím příslušné trubice. Všechny prvky, kterými krev prochází, mají povlak, který by měl zabránit tvorbě krevních sraženin. Kromě toho tvorba krevních sraženin zabraňuje speciálně vyvinutému schématu průtoku krve uvnitř systému.

Podle vývojářů nebude zařízení plnit všechny funkce lidské ledviny. „Ale cílem je, aby splnila kriticky důležité funkce a byla systémem, který by po implantaci umožňoval pacientovi volně jíst a pít, mít mobilitu a lepší zdraví,“ tvrdí univerzitní vědci. [24]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Tato diplomová práce se zaměří na návrh dialyzačního přístroje pro osoby trpící chronickým selháváním ledvin. Vzhledem k tomu, že se počet pacientů s chronickým onemocněním ledvin každý rok zvyšuje a tato nemoc trápí stále více mladých lidí, je vhodné se mu mnohem více věnovat.

Dialyzační přístroj je poměrně komplikované zařízení. Složitost zařízení, sestávajícího z řady komponentů zajišťujících mimotělní krevní oběh a chod obvodu s dialyzačním roztokem, se promítá do vzhledu stávajících technicistně řešených produktů.

Na současném trhu existuje mnoho výrobců dialyzačních přístrojů. Moderní dialyzační přístroje jsou vyráběny s využitím nejnovějších technologií v oblasti medicíny, ale spolu s tím zůstává design u mnoha výrobců opomíjen. Někteří výrobci potenciál moderního designu podceňují. V souvislosti s tím, že technické parametry rostou a vyvíjejí se, se kreativní a moderní design může stát vizitkou konkrétního výrobce, čímž se zvýší prodej jeho výrobku.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Dialyzační přístroj je zařízení, se kterým je pacient s onemocněním ledvin v kontaktu několik dní v týdnu po dobu 3–5 hodin. Chronické selhání ledvin je nevléčitelné onemocnění, takže pacient navštěvuje zdravotnické zařízení po mnoho let. Jedná se o **psychologický vliv přístroje** a potažmo i prostoru zdravotnického zařízení na pacienta. Zvláště silně se tento problém týká dětí a dospívajících, kteří se s problémem selhání ledvin potkali ve věku, kdy se psychika člověka ještě vyvíjí.

Obvykle je v jednom zdravotnickém zařízení několik dialyzačních přístrojů od jedné nebo více firem. Aby bylo pro obsluhu možné porozumět a přizpůsobit se **složitému nastavování přístrojů**, potřebuje čas a zkušenosti. Proto musí více výrobců klást větší důraz na intuitivní integraci prvků přístroje. To se týká nejen přístroje jako celku, ale také **ovládacího panelu**, který mnoho výrobců přehlíží. Nyní se stále častěji používá dotykový displej, který umožňuje v krátké době nastavit parametry procedury; ovšem kromě toho má zásadní význam **grafické rozhraní displeje**, to musí být pro obsluhu co nejvíce intuitivní, aby si na nový přístroj rychle zvykla a uměla ho správně obsluhovat.

Lze také říci, že hlavním obsluhujícím personálem zařízení jsou zdravotní sestry, které jsou obvykle menšího vzrůstu. Displej přístroje by měl umožňovat takové nastavení, aby práce s ním byla pohodlná pro všechny, ať už jsou jakéhokoli vzrůstu.

Dalším problémem je vytvoření **stabilní polohy pro kanystry** s koncentrátem, které jsou umístěny na podvozkové části, s cílem zabránit možnosti spadnutí kanystrů během hemodialýzy.

Z rešerše dále vyplývá, že pro každého pacienta je během hemodialyzačního postupu nutná určitá sada jednorázových materiálů, pro které se **navíc používá pojízdný stůl**. Příprava dodatečného vybavení vede k iracionálnímu využití zdrojů i ke ztrátě času, který lze využít ke konzultaci s pacienty.

Jak již bylo řečeno, přístroj pro dialýzu lze rozdělit na několik částí. Prioritou je zde oběhová část, která je spojena s pacientem a přes kterou prochází jeho krev. Je důležité **zajistit bezpečnost** této části a minimalizovat možnost, že se tam dostane prach a nečistoty.

3.3 Cíl práce

Hlavním cílem je navrhnout originální a vizuálně sjednocený design dialyzačního přístroje s ohledem na správnou stabilitu a ergonomii. Předpokládána je malosériová výroba s využitím současných technologií.

Hlavní inovace oproti současným produktům bude spočívat ve snaze integrovat příslušenství do těla přístroje (odkládací plocha). Tímto způsobem je možné usnadnit práci s přístrojem obsluze, která nebude muset používat další mobilní stůl na jednorázové materiály.

Dílčí cíle:

- navrhnout pro obsluhu pohodlné a intuitivní ovládání dialyzačního přístroje;
- zaměřit se na jednoduchý tvar a kompaktnost přístroje;
- tvarové propojení hlavních částí přístroje s podvozkem;
- vytvořit návrh, který zpříjemní použití přístroje pacientovi i obsluze z psychologického hlediska;
- otočný displej s intuitivním grafickým rozhraním;
- zvolit jednoduché barevné řešení, které by odpovídalo interiéru zdravotnického zařízení;
- vytvořit kryt na část s krevním obvodem, který ji chrání před nečistotami;
- mírně rozšířit podvozek pro zajištění stability.

3.4 Cílová skupinā

Hlavní skupinou uživatelů přístroje je speciálně vyškolený personál, který se zabývá přípravou přístroje k hemodialýze, nastavením jednotlivých parametrů a připojením přístroje k pacientovi. Obsluha sleduje také průběh postupu hemodialýzy. Kromě obsluhujícího personálu jsou uživateli dialyzačního přístroje lékaři hemodialyzačního oddělení, kteří přístroj používají, pokud dojde k problému nebo je třeba věnovat pacientům zvláštní pozornost.

Cílovou skupinou tohoto produktu jsou zdravotnická zařízení, která poskytují komplexní léčbu pacientům s chronickým nebo akutním selháním ledvin. Do jiné kategorie patří pacienti, kteří mají problémy s ledvinami a nadprůměrné příjmy, které jim dávají možnost pořídit si tento přístroj a používat ho doma. Do samostatné skupiny patří také obchody, které prodávají zdravotnické vybavení.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Dialyzační přístroj patří do kategorie zdravotnické elektrické přístroje podle norem, které jsou uvedeny v ČSN EU. Takovou normou je ČSN EN ISO 14971 (85 5231) Zdravotnické prostředky – Aplikace řízení rizika na zdravotnické prostředky, která je uvedena jako příklad. [21]

Rozměry a hmotnost dialyzačního přístroje budou standardní, protože závisí především na umístění vnitřních komponent. Výška přístroje se bude pohybovat mezi 1500 a 1650 mm, šířka do 600 mm a hloubka do 800 mm. Co se týče hmotnosti, nebude větší než 120 kg. Přístroj bude fungovat pomocí elektrického pohonu a spotřebuje energii v 230V AC. [21]

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Celkový kryt přístroje je vyroben z odolného plastu, předpokládá se ABS a využití technologie vstřikování. ABS plast má velmi tvrdý povrch a taky je odolný vůči chemickým prostředkům. Vnitřní jednotlivé části jsou fixovány v tuhé polyuretanové pěně.

Přístroje jsou určeny pro zdravotnická zařízení, která nabízí komplexní zdravotní péči. Při vycházení z aktuálních dialyzačních přístrojů, které jsou na trhu, můžeme předpokládat že cena se bude pohybovat mezi 150 000 Kč – 300 000 Kč.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Tato kapitola popisuje tři variantní studie designu dialyzačního přístroje, které předcházely konečné verzi. Všechny tři varianty byly navrženy s ohledem na cíle stanovené v této diplomové práci. Při vytváření variant bylo nutné vzít v úvahu konstrukci zařízení, ergonomii a možnost přístupu k vnitřním komponentům. Kromě toho byly zohledněny základní parametry přístroje. Tyto možnosti jsou zpracovány jako koncepční 3D modely.

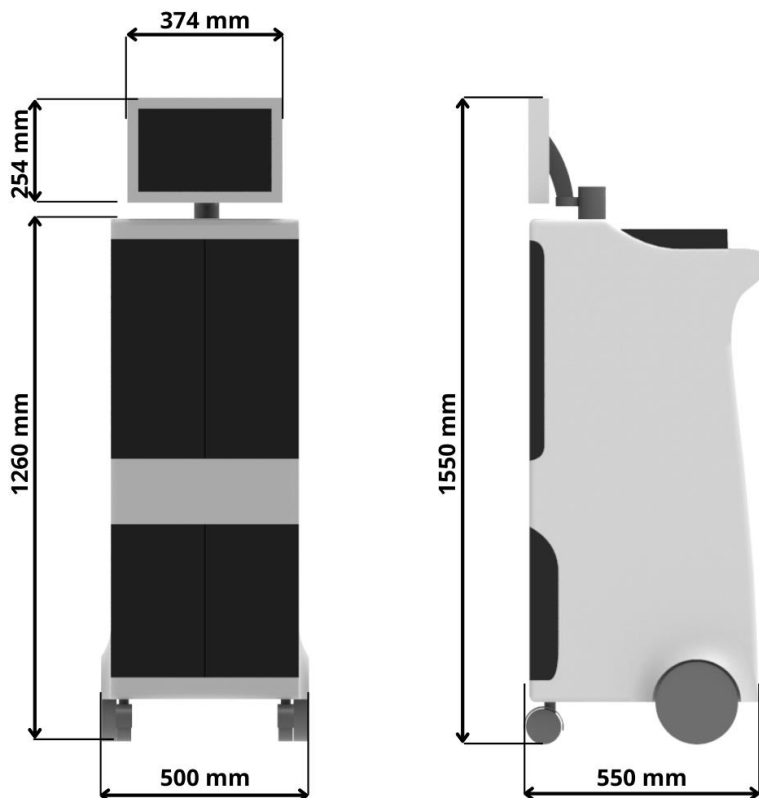
4.1 Variantní studie 1

Při návrhu první varianty mělo velký význam zjednodušení celé formy přístroje. Aby se vytvořil čistý tvar, část s krevním oběhem a spodní část jsou uzavřeny průhlednými dvířky. Displej je standardní, s otočným krkem směrem nahoru a dolů, aby bylo možné sledovat průběh dialyzačního postupu uživateli s různým vzrůstem. Přední stěna přístroje je kolmá, zatímco zadní část má organičtější tvar. Zařízení má kola dvou velikostí. V přední části jsou malá kola pro snadnou pohyblivost přístroje, na zadní straně kola mají větší průměr, pro pohodlné převážení. Pro zadní kola byly vytvořeny zaoblené blatníky, které podporují organický tvar zařízení. Na zadní straně je madlo pro pohyb zařízení, které vyrůstá z těla přístroje.



Obr. 4-1 Variantní studie 1

Při přípravě přístroje na dialýzu bude muset obsluha otevřít dveře na přední části, které se otevřou ze středu do dvou paralelních stran. Tento způsob umístění kanystrů s roztokem za dveřmi prodlužuje čas na dialýzu, ale na druhé straně slouží ke snadnějšímu čištění zařízení. Za zmínku stojí místo na spotřební materiál, který je za displejem a má tvar malé krabičky. Toto místo slouží k přenosu příslušenství potřebného při provádění hemodialýzy.



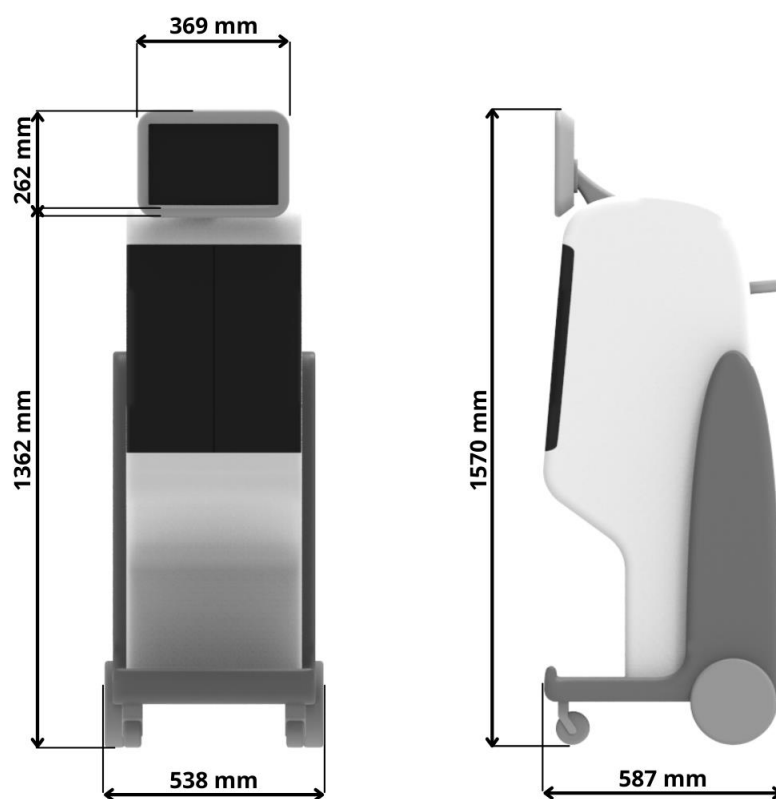
Obr. 4-2 Variantní studie 1 – rozměrové řešení

4.2 Variantní studie 2

Tato verze má charakteristický tvar ve srovnání s první variantou. Jedná se o organickou formu, která odpovídá umístění vnitřních komponent. Organický tvar zařízení je také podporován displejem, který má zaoblené rohy. Objemová kompozice je tvořena hlavními dvěma částmi – samotným tělem a podvozkovou částí, která dotváří celkový vzhled. Přední strana podvozkové části tvarově vychází ze stávajících produktů, které se dnes vyrábějí. Charakteristickým prvkem je pokračování zadní strany podvozkové části směrem nahoru, která vizuálně kopíruje tvar zadních kol. Část s krevním obvodem je uzavřena pod průhlednými dveřmi. Madlo má zaoblený tvar, pro snadné uchopení oběma rukama. V tomto případě je madlo samostatným prvkem zařízení a je umístěna na zadní straně.



Obr. 4-3 Variantní studie 2



Obr. 4-4 Variantní studie 2 – rozměrové řešení

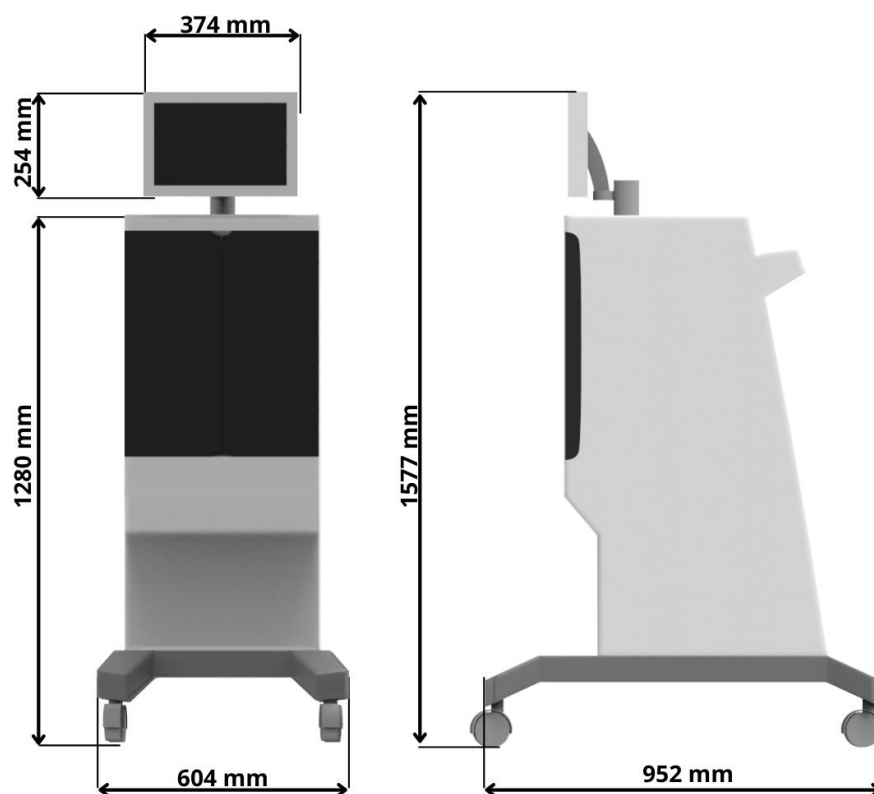
4.3 Variantní studie 3

Tato varianta má více obdélníkový tvar s výrazným zadním prohnutím. Zde je také možné vidět kanystry s koncentrátem, které jsou ve velikosti odpovídající skutečnosti. V tomto případě zůstává spodní část s kanystry otevřená. Výhodou je, že obsluha nebude ztrácet čas otevíráním dveří, nevýhodou je komplikace tvaru zařízení. Vozík je opatřen rozšířeným podvozkem, díky kterému bude zařízení stabilnější. Zde má displej také standardní tvar a je otočný směrem nahoru a dolů. Rukojeť je umístěna ve výšce vhodné pro obsluhu a navazuje na zařízení.

Nevýhoda této možnosti je zadní strana zařízení, která jde pod mírným sklonem. Pohyb zařízení by byl komplikován tím, že madlo se nachází dále, než je potřeba od obsluhy. Logické by v tomto případě bylo, aby zadní část zařízení byla kolmá, aby se usnadnil pohyb pro uživatele.



Obr. 4-5 Variantní studie 3



Obr. 4-6 Variantní studie 3 – rozměrové řešení

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální řešení bylo vybráno na základě porovnání všech tří koncepčních možností s využitím jejich silných a slabých stránek. Při výběru konečné varianty byly hlavním kritériem požadavky obsluhy, aby její práce byla jednodušší a intuitivnější, a zároveň snaha vytvořit koncept, který splňuje technické požadavky na funkčnost přístroje. Celá kompozice finální varianty je pokračováním třetí varianty v kombinaci s definovanými prvky první a druhé varianty.

5.1 Kompozice

Finální varianta byla vytvořena s ohledem na cíle, které byly uvedeny v této diplomové práci, velký význam měla ergonomie a vliv na psychiku pacienta. Tvar zařízení má výšku a šířku v závislosti na umístění vnitřních komponent. Tělo zařízení má geometrický tvar s přidáním organických prvků, které činí pohled na zařízení příjemnější pro pacienta i obsluhu. Z ergonomického důvodu byla přední část zařízení vytvořena pod mírným sklonem, aby se usnadnila práce obsluze. Současně nemá zadní část zařízení sklon a je kolmá, což je také výhodou pro uživatele zařízení, protože mu nic nebrání v pohybu.



Obr. 5-1 Finální řešení – celkový pohled

Přístroj lze rozdělit do několika částí, z nichž každá má svou specifickou funkci. Hlavním řídicím prvkem zařízení je displej, který je umístěn v horní části zařízení. Také na přední straně hlavního těla přístroje je část s krevním oběhem, kterým prochází krev pacienta. Ze zadní části těla přístroje je za displejem úložný prostor pro umístění potřebných materiálů, také je tu rukojeť pro pohyb přístroje. Samostatně stojí za zmínku podvozková část, která zajišťuje stabilitu zařízení a zároveň je místem pro umístění kanystrů s koncentrátem.



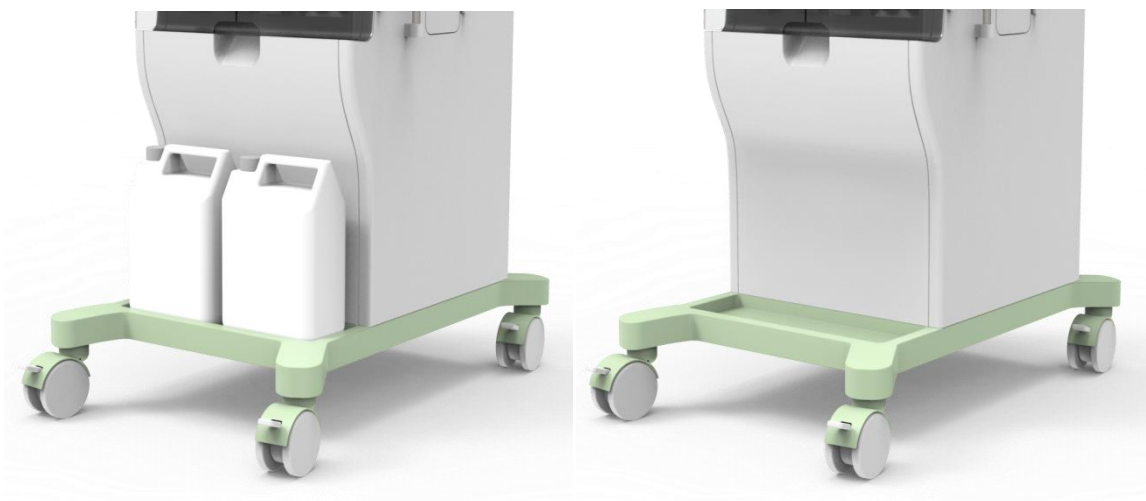
Obr. 5-2 Finální řešení – celkový pohled

Bez ohledu na to, že každá část zařízení má svou specifickou funkci, celá kompozice zařízení vypadá holisticky a harmonicky. Přístroj se liší od ostatních zařízení prezentovaných na trhu svou jednoduchostí, která je dána návazností částí zařízení a vytvořením transparentního krytu na složité části s krevním oběhem a části s hadičkami pro dialyzátor.

5.1.1 Podvozková část

Jak již bylo zmíněno, podvozková část zajišťuje stabilitu přístroje, kvůli čemuž bylo rozhodnuto umístit kola s mírným přesahem do stran, což zvyšuje stabilitu zařízení a současně vytváří atraktivní vzhled přístroje. Stabilitu kol zajišťují brzdy, které jsou na každém z kol oddělené.

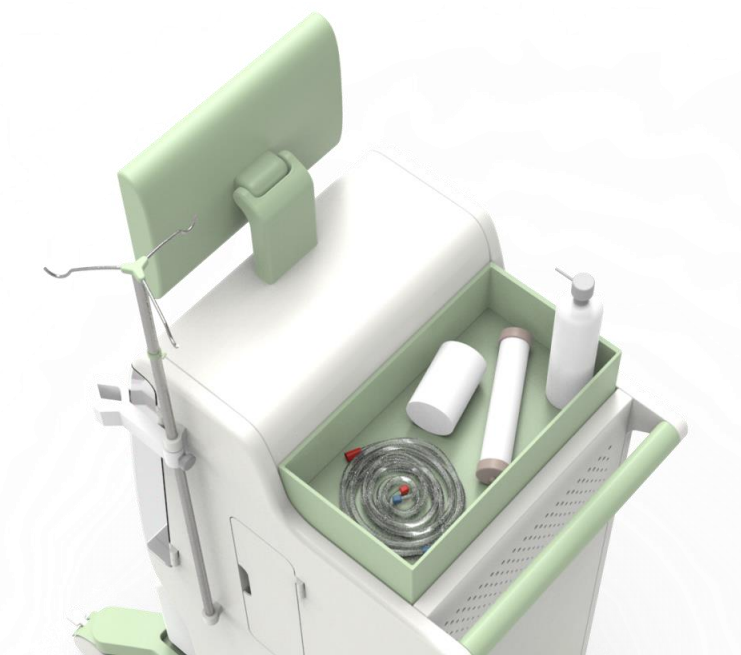
Kromě toho ve spodní části je místo pro nádoby s koncentráty v počtu dvou kusů. Rozměry nádoby s koncentráty se staly výchozím bodem pro vytvoření tvaru spodní části přístroje. Kanystry jsou umístěny v podvozkové části s mírným prolisem, aby se minimalizovalo riziko, že kanystry spadnou při pohybu zařízení.



Obr. 5-3 Finální řešení – podvozková část

5.1.2 Odkládací prostor

Za displejem na zadní straně těla přístroje se nachází odkládací prostor pro jednorázové materiály potřebné pro každého pacienta při provádění procedury čištění krve. Jak bylo uvedeno v analýze problému této diplomové práce, místo pro další materiály je nezbytným prvkem tohoto zařízení.



Obr. 5-4 Finální řešení – odkládací prostor

Důležitým aspektem bylo vytvořit toto místo v souladu s ostatními částmi zařízení, aby podpořilo základní koncepci designu. Nejlepším řešením bylo místo za displejem, kde tato krabice vizuálně navazuje na tvar zadní části přístroje. Místo na příslušenství je dostatečně vysoké, je nutné, aby se tam vešel antiseptik, jednorázové katetry, trubice pro krev a obvaz.

5.1.3 Detaily

Průhledný kryt

Místo, kudy prochází krev pacienta, je uzavřeno za průhlednými dveřmi, aby bylo zajištěno, že toto místo je chráněno před prachem a nečistotami a aby vizuálně zjednodušilo tvar a přispělo k jednotnému charakteru přístroje.



Obr. 5-5 Finální řešení – průhledný kryt

Displej

Displej je umístěn na otočném krku a jeho tvar podporuje celkovou kompozici přístroje. Pod displejem vzniká prostor pro tlačítka a čip. Krk displeje má zvláštní tvar, aby mezi displejem a krkem zůstalo místo, které je nutné při otáčení displeje směrem dolů.

Infúzní stojan a držák na dialyzátor

Na boční straně přístroje se nachází infúzní stojan, na který je připevněn na neméně důležitý prvek zařízení jako držák na dialyzátor. Díky prodloužené formě infúzního stojanu je možné upevnit držák ve výšce vhodné pro obsluhu a pacienta.

Madlo

Přemístění přístroje mezi prostory dialyzačního střediska je zajištěno madlem zabudovaným do těla zařízení. Díky vhodnému tvaru pouzdra není při pohledu z boku vidět rukojeť. Díky tomu netvoří cizí prvek, který by byl nevhodně připojen k tělu přístroje.

Chladicí otvory

Pro zajištění dostatečného chlazení přístroje je na zadní straně za ventilačním systémem vytvořeny otvory. Otvory jsou řešeny kruhovým gradientem zmenšujících se směrem dolů.



Obr. 5-6 Finální řešení – chladicí otvory

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

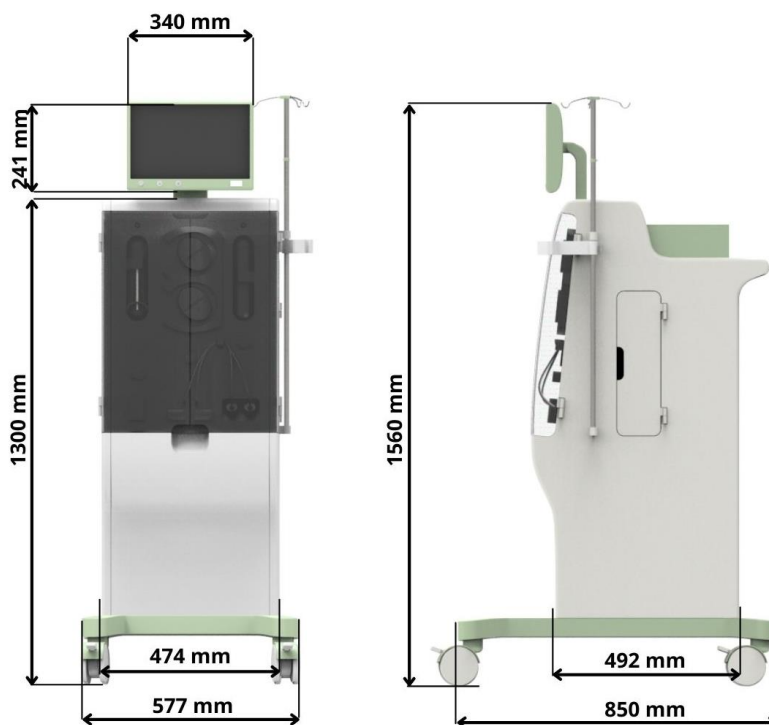
6.1 Rozměrové řešení

Veškeré rozměry přístroje vychází z vnitřního uspořádání komponent a spolu s tím i z některých vnějších prvků jako krevní část, která má své specifické prvky. Rozměr podvozkové části vychází především z velikostí standardních koncentračních nádob, které se běžně používají ve zdravotnických zařízeních.

Výška přístroje je 1300 mm, je-li započten i otočný displej, dosahuje celkově 1560 mm. Šířka zařízení je 474 mm, hloubka je 492 mm. Šířka podvozkové části, která je spojena s tělem přístroje, je 577 mm, hloubka je 850 mm.

Samotný displej má šířku 340 mm a výšku 241 mm. LCD monitor má úhlopříčku 15". Celodotykový displej s vysokým rozlišením je umístěn v horní části monitoru a zajišťuje veškeré ovládání a nastavení ventilačních parametrů.

Dalším prvkem přístroje je infúzní stojan, který zvyšuje výšku přístroje na celkových 1570 mm. V případě potřeby může být infúzní stojan zvýšen o 150 mm díky teleskopickému systému a pojistnému kroužku. Všechny ostatní základní parametry, které určují rozměry a konstrukci přístroje, jsou uvedeny v tabulce 6-1.



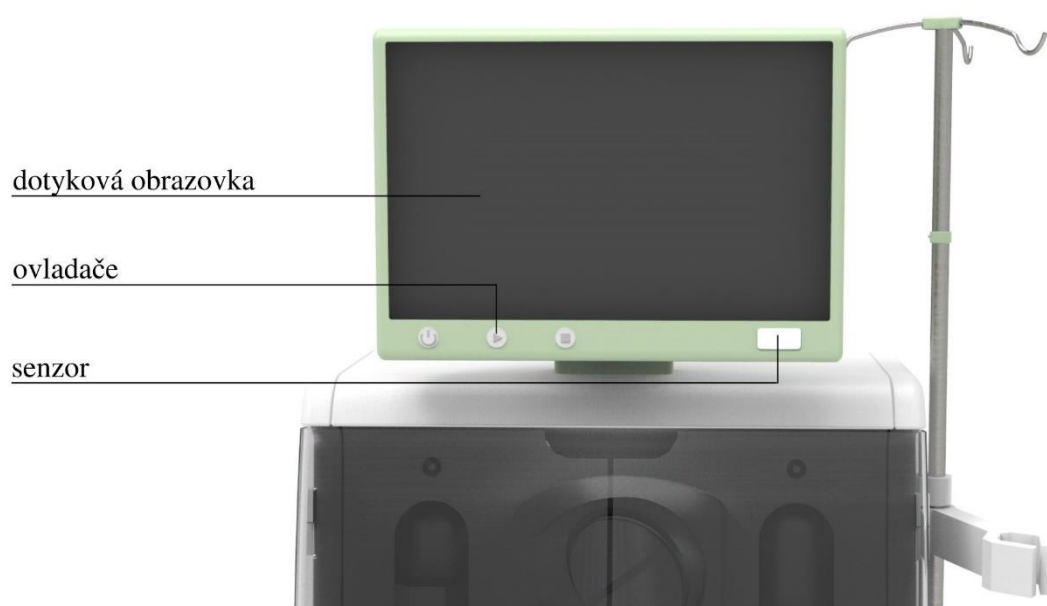
Obr. 6-1 Finální řešení – rozměrové řešení

Tab. 6-1 Parametry

Parametr	Specifikace
Pohon	Elektrický
Hmotnost	90 kg
Spotřeba energie	230 V AC
Displej	dotyková obrazovka 15''

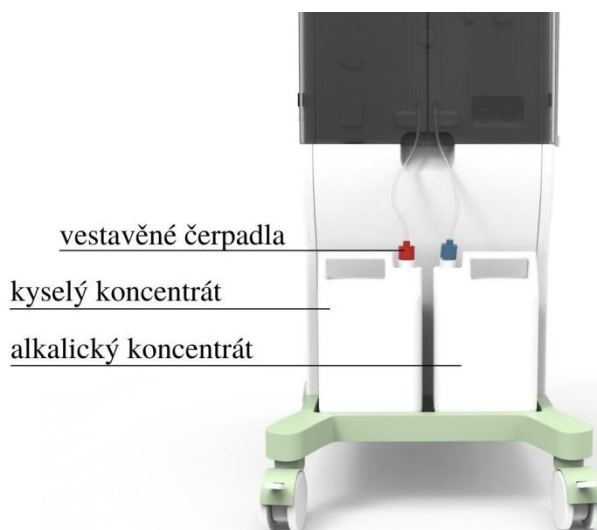
6.2 Funkce zařízení a vnější komponenty

Dialyzační přístroj se skládá z několika funkčních uzlů, které zajišťují hemodialýzu. Hlavním prvkem, který slouží při nastavení procedury hemodialýzy, je displej s dotykovou obrazovkou 15" upevněný na krk, který je přechodem mezi monitorem a tělem přístroje. Mezi monitorem a krkem je kloub, ve kterém se displej může otáčet nahoru a dolů. Pomocí dotykové obrazovky lze kontrolovat průběh procedury. Pod displejem jsou důležitá tlačítka pro zapnutí/vypnutí přístroje, zastavení a spuštění procedury. Na pravé straně je senzor, ke kterému se přikládá bezkontaktní karta pacienta a tímto způsobem se data pacienta vkládají do systému přístroje. Pak se veškerá informace objeví na obrazovce, čímž ulehčuje práci obsluhujícímu personálu.



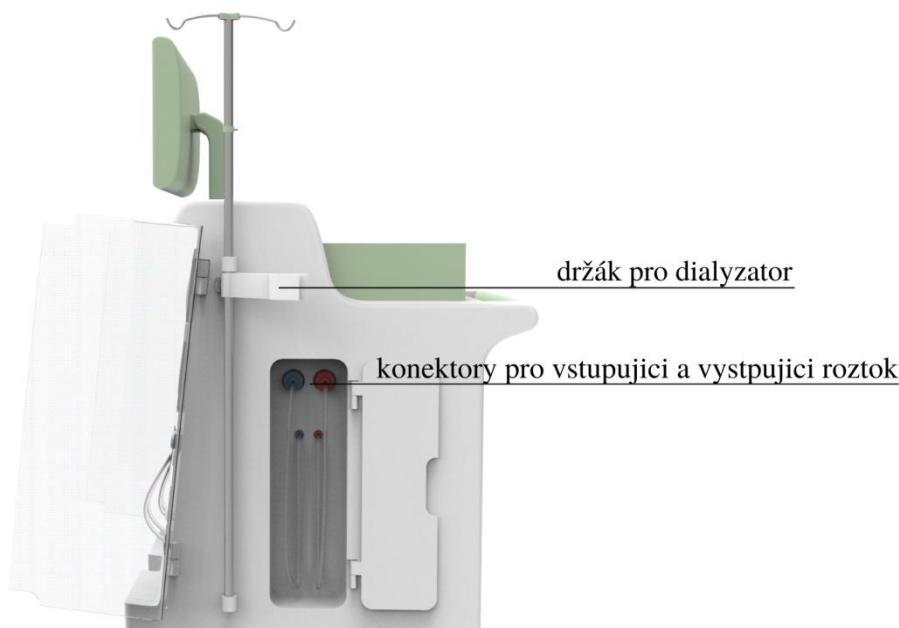
Obr. 6-2 Finální řešení – umístění monitoru

V přední horní části těla přístroje je krevní část, kterou prochází krev pacienta. Jsou tady umístěny všechny potřebné pumpy a čidla, kromě toho je tady vestavěné čerpadlo pro odběr koncentrátu. Krevní část funguje následovně: pomocí vestavěných čerpadel se kyselé a alkalické koncentráty odebírají do přístroje ze speciálních nádob. Uvnitř přístroje jsou tyto dva druhy solných koncentrátů zředěny vyčištěnou vodou a smíchány do určité koncentrace, kterou předtím stanovil lékař na monitoru přístroje.



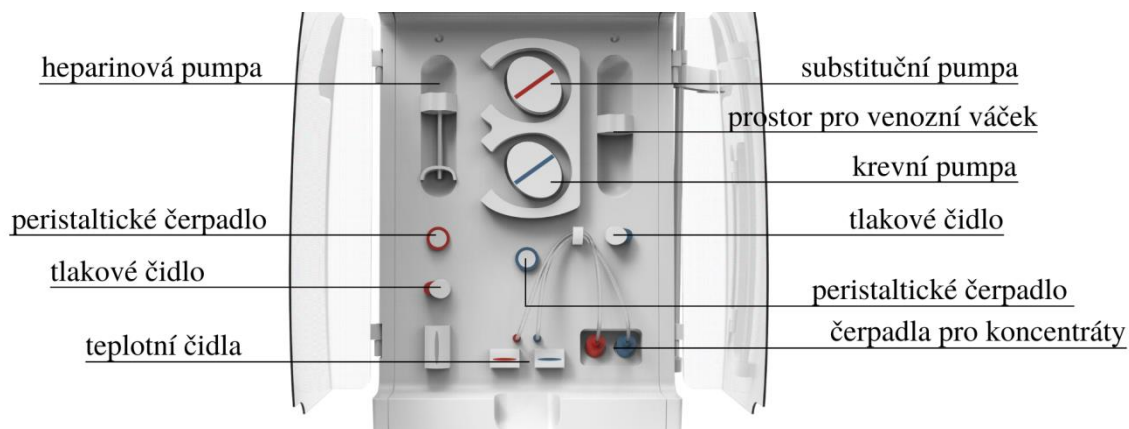
Obr. 6-3 Finální řešení – odběr koncentratu

Hotový roztok pak přes konektor přichází do dialyzátoru, cirkuluje tam a vystupuje přes vypouštěcí konektor na odtok. Tyto dva konektory jsou označeny červeně a modře a jsou umístěny na boční straně přístroje za víkem. V procesu hemodialýzy konektory procházejí otvorem víka. Samotný dialyzátor je upevněn vedle konektorů na držáku, který může být upevněn v požadované poloze.



Obr. 6-4 Finální řešení – označení konektorů a držáků

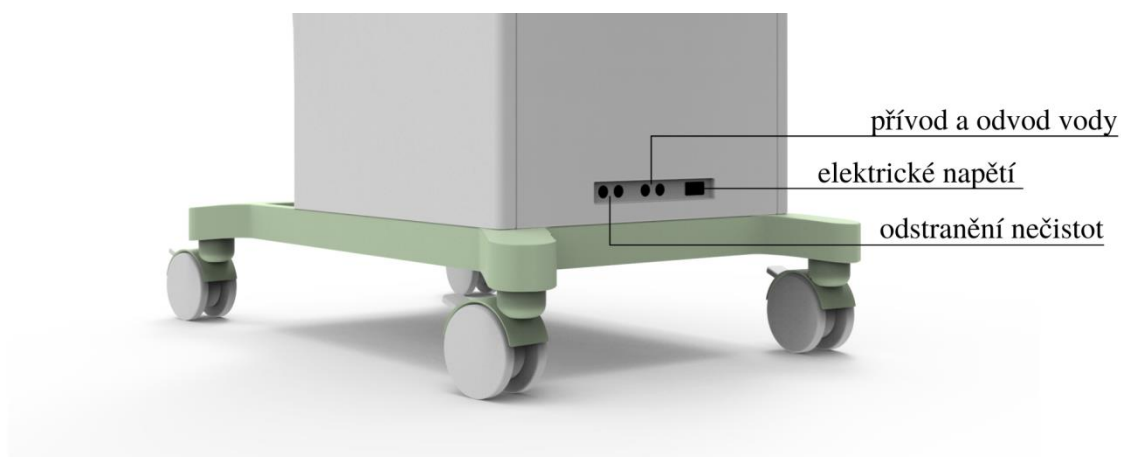
Současně s tím krev pacienta vstupuje do přístroje pomocí katetru otvorem v dolní části průhledného krytu. Jakmile krev vstoupí do krevní části, hned prochází přes teplotní a tlaková čidla. Po průchodu krve peristaltickým čerpadlem se heparin injekčně přidává do krve. Krev pak prochází filtry dialyzátoru, kde již cirkuluje dialyzační roztok. Dále krev prochází venózním váčkem, kde jsou zachyceny případné vzduchové bublinky. Pak krev prochází přes tlakové čidlo a vyčištěná se vrací zpět do pacienta.



Obr. 6-5 Finální řešení – krevní část

Dialyzační místo je zajištěno přívodem elektřiny, chemicky čistou vodou z vodovodního systému a kanalizačním systémem pro odtok odpadního dialyzačního roztoku. Pro zajištění připojení přístroje k těmto systémům jsou na zadní straně zařízení vytvořeny speciální konektory.

Na pravé straně je konektor pro připojení elektrického napětí. Další dva slouží k přívodu čisté vody z vodovodního systému pro přípravu dialyzačního roztoku a odvodu použitého roztoku do odpadu. Zbylé dva konektory se používají k odstranění nečistot z dezinfekce.



Obr. 6-6 Finální řešení – konektory

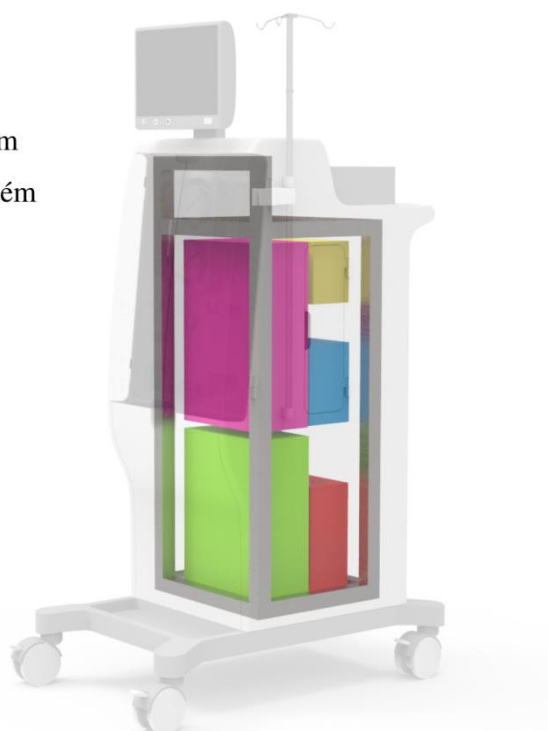
Mobilita zařízení je zajištěna čtyřmi koly o průměru 100 mm a šířku 60 mm. Vzdálenost mezi předními a zadními koly je 440 mm. Přední a zadní kolečka jsou od sebe vzdálena 660 mm. Díky tomu, že kola jsou v dostatečné vzdálenosti od sebe, je zajištěna větší stabilita zařízení. Všechna čtyři kola jsou upevněna na nosné konstrukci. Tato konstrukce zajišťuje rotaci všech kol kolem vertikální osy. Na každém z kol je namontován brzdový mechanismus, kterým lze stabilizovat zařízení v určité poloze.

Ze zadní části přístroje je místo pro uložení potřebných materiálů pro provedení hemodialýzy. Toto místo má tvar krabice a může být v případě potřeby odstraněno z přístroje. Krabice má šířku 220 mm, délku 420 mm, výšku 100 mm.

6.3 Vnitřní konstrukce a komponenty

Umístění vnitřních částí odpovídá řešení používanému u existujících produktů dané kategorie. Hlavní částí vnitřní konstrukce je jednotka procesoru a hydraulická jednotka. Jednotka procesoru je umístěna v přední části přístroje za krevní částí. Tato část zabírá poměrně velký prostor tím, že se skládá z řady desek, z nichž každá je zodpovědná za určitou funkci. Za jednotkou procesoru je ventilační systém pro chlazení procesoru a jeho desek. Za procesorem je také napájecí zdroj, který dodává energii ostatním komponentům.

- Procesor
- Hydraulika
- Větrací systém
- Napájecí systém
- Batarie



Obr. 6-7 Finální řešení – vnitřní uspořádání

Hydraulický systém je umístěn ve spodní části zařízení, které se skládá z vyrovnávacích kamer, z nichž každá je rozdělena pružnou nepropustnou membránou. Za hydraulickou částí je akumulátor, který slouží v případě výpadku napájení a je schopen udržovat zařízení v chodu po dobu dalších 30 minut. Zmíněné vnitřní součásti jsou připevněny k vnitřní nosné konstrukci. Tato konstrukce je tvořena svařenými hliníkovými profily.

Přístup k vnitřním komponentům v případě potřeby technického servisu by se provádělo přes boční stranu přístroje.

6.4 Použité materiály

Při výběru materiálu pro zdravotnické zařízení jsou důležitými aspekty pevnost materiálu a odolnost materiálu při použití chemických prostředků. I z tohoto důvodu byl pro vnější krytování zařízení vybrán ABS plast, který má všechny potřebné vlastnosti. Hlavní charakteristikou ABS plastu je vysoká mechanická pevnost a odolnost. Dokonce i pod vlivem vysokého mechanického zatížení se výrobky z tohoto materiálu nedeformují, neobjevují se na nich praskliny a lomy. Kromě toho je dalším přínosem tohoto materiálu malá hmotnost, takže se se zařízením bude snadno manipulovat. [27]



Obr. 6-8 ABS plast [29]

Při výrobě krytování zařízení bude použita technologie vstřikování plastů. Hlavní výhodou této technologie je možnost vytvořit jakkoli složité detaily. A právě proto je možné získat jak jednoduchý, tak velmi složitý výrobek s množstvím otvorů a detailů. [28]

Vnitřní konstrukce bude vyrobena z hliníkového profilu, který bude držet tělo přístroje. Ve srovnání s ocelí má hliník své výhody. Za prvé je to lehkost materiálu a za druhé má hliník hustší strukturu.

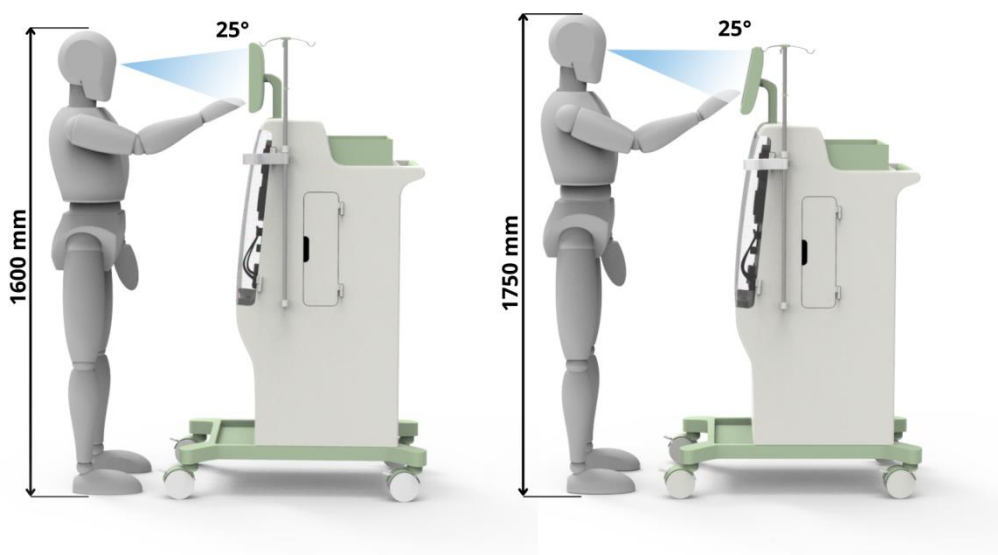
6.5 Ergonomické řešení

Dialyzační přístroj je zařízení, se kterým je obsluha neustále v kontaktu po celý pracovní den. Tento přístroj má své specifické technické parametry, ale zároveň musí splňovat požadavky uživatele zařízení tak, aby manipulace se zařízením byla intuitivní a snadná. Při rozpracování ergonomického řešení byly využity dva ergoni, které odpovídají standartní postavě muže a ženy.

6.5.1 Displej a odkládací prostor

Displej je jednou z hlavních manipulačních jednotek přístroje pro dialýzu. Na začátku musí obsluha stisknout tlačítko na displeji, aby se zařízení mohlo zapnout. Displej slouží také k nastavení individuálních parametrů dialyzační terapie, k zobrazení údajů o pacientech a ke spuštění a nastavení jednotlivých fází samodiagnostického programu.

Obvykle je displej ve vertikální poloze a měřeno od země má výšku 1320 mm. Displej je připevněn k zařízení pomocí krku, který má kloubní mechanismus pro otáčení displeje obsluhou s různou výškou. Celkově je možný náklon o 35°. Tedy o 20° nahoru a o 15° dolů od středové polohy.



Obr. 6-9 Otáčení displeje pro obsluhu s různou výškou

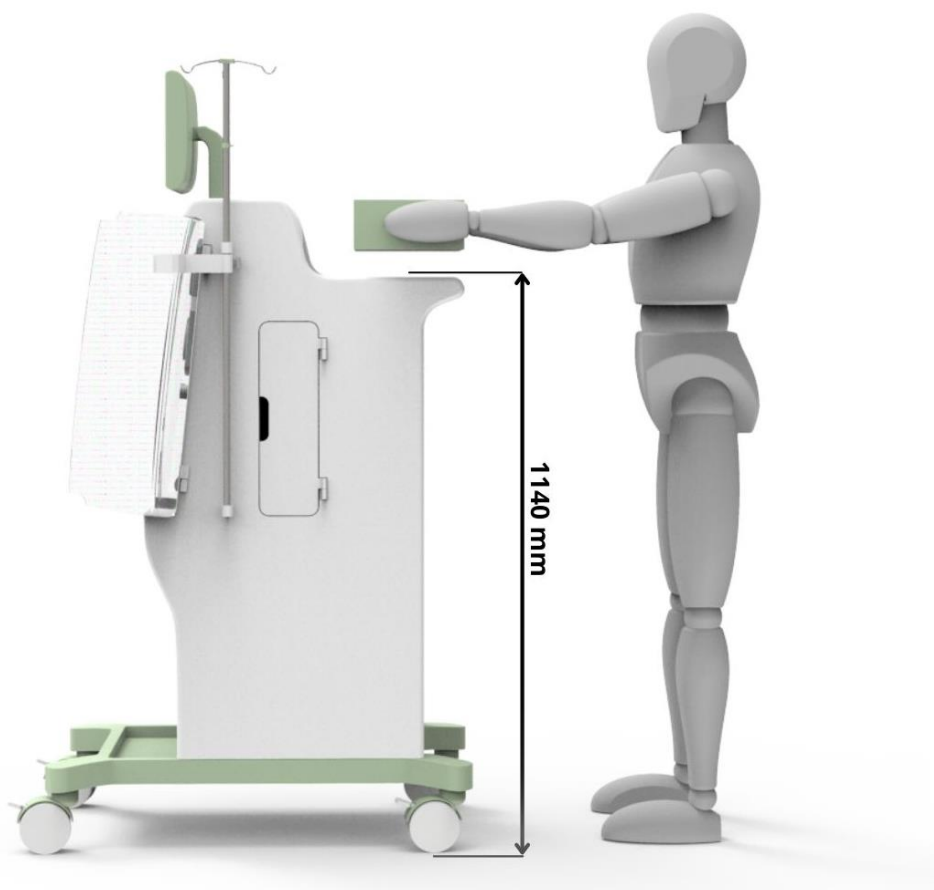
Dotyková obrazovka je umístěna v pevném rámu monitoru asymetricky blíže k horní části tak, aby ve spodní části zůstalo místo pro ovladače. Rozměry obrazovky jsou 322 x 200 mm, jedná se tedy o 15“ obrazovku s vysokým rozlišením, která funguje na bázi tekutých krystalů.

Při návrhu velikosti a umístění jednotlivých ovladačů na panelu byla důležitou součástí fyziologie člověka. Rozměry byly vybrány na základě středně velkých ženských i mužských dlaní. Kromě toho by jejich označení mělo být dobře rozpoznatelné. Ovladače jsou v 1330 mm odstupu od země a mají dostatečnou vzdálenost mezi sebou, aby se zabránilo náhodnému stisknutí jiného tlačítka. Jednotlivá tlačítka mají průměr 15 mm, což je dostačující pro snadné stisknutí.



Obr. 6-10 Využití displeje – perspektivní pohled

Ze zadní části přístroje je za displejem místo pro jednorázové materiály potřebné při provádění hemodialýzy. Místo pro materiály je v pohodlné výšce pro obsluhu 1140 mm. Z důvodu ochrany krabičky od pádu je ponořena do těla přístroje o 12 mm. Krabice může být vzímatelná směrem nahoru, aby se mohla vyčistit od prachu, který se tam hromadí během dne.



Obr. 6-11 Ukázkový obrázek vyjímatelnosti krabičky na materiály

6.5.2 Přístup ke krevní části

Dalším důležitým prvkem zařízení, se kterým obsluha manipuluje, je krevní část. Po zadání potřebných parametrů na obrazovce monitoru se personál pustí do napojení pacienta na krevní část.

V tomto případě je krevní část umístěna v přední části přístroje za průhlednými dveřmi, které ji chrání před nečistotami a prachem. Z bočního pohledu má krevní část mírný sklon, aby byla usnadněna manipulace s přístrojem. Průhledné dveře se otevírají přes otvor, který je v horní části dveří ze středu do dvou paralelních stran a po připojení pacienta se opět zavřou.



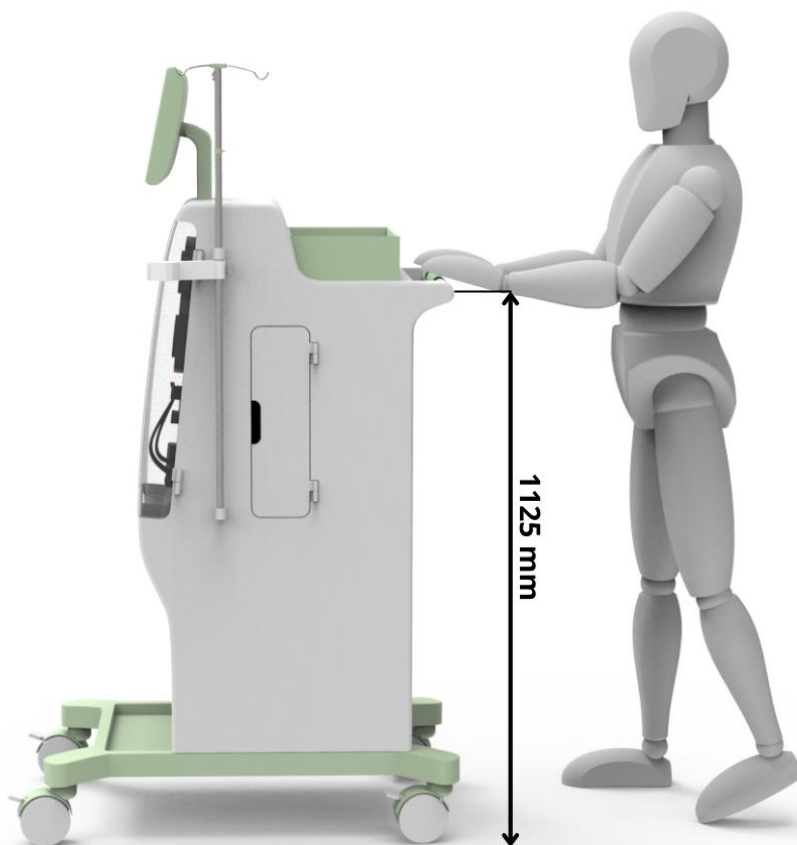
Obr. 6-12 Ukázkový obrázek – manipulace s krevní částí

Za krevní částí jsou také čerpadla pro nádoby s koncentrátem, která také procházejí otvorem ve spodní části dveří. Samotné nádoby v množství dvou kusů mají standardní rozměry 126 mm na šířku, 188 mm na délku a 280 mm na výšku, kapacitu 5 litrů. Kanystry s koncentráty jsou zakoupeny zdravotnickým zařízením a používají se při každé hemodialýze. Na základě stávajících velikostí kanystrů, v podvozkové části zařízení byl kvůli stabilizaci kanystrů vytvořen prolis 140 mm na šířku, 428 mm na délku a 25 mm výšku.

6.5.3 Umístění a pohyb přístroje

Hemodialýza se provádí, když je pacient v posteli nebo ve speciálním křesle s loketní opěrkou. Vzhledem k tomu, že dialyzační místo je zajištěno přívodem elektřiny, chemicky čistou vodou a kanalizačním systémem, je přístroj umístěn v blízkosti lůžka pacienta zadní částí ke stěně.

Zařízením obsluha pohybuje pomocí madla, které je na zadní straně přístroje. Jedná se o madlo s kruhovým průřezem o průměru 38 mm. Délka madla je 424 mm a umožňuje pohodlný pohyb s přístrojem dvěma rukama. Vzdálenost mezi rukojetí a tělem přístroje je 45 mm, tak je zajištěn dostatečný prostor pro uchopení madla po celém obvodu. Výška umístění madla od podlahy je 1125 mm, což je vhodné pro uživatele s různou výškou.

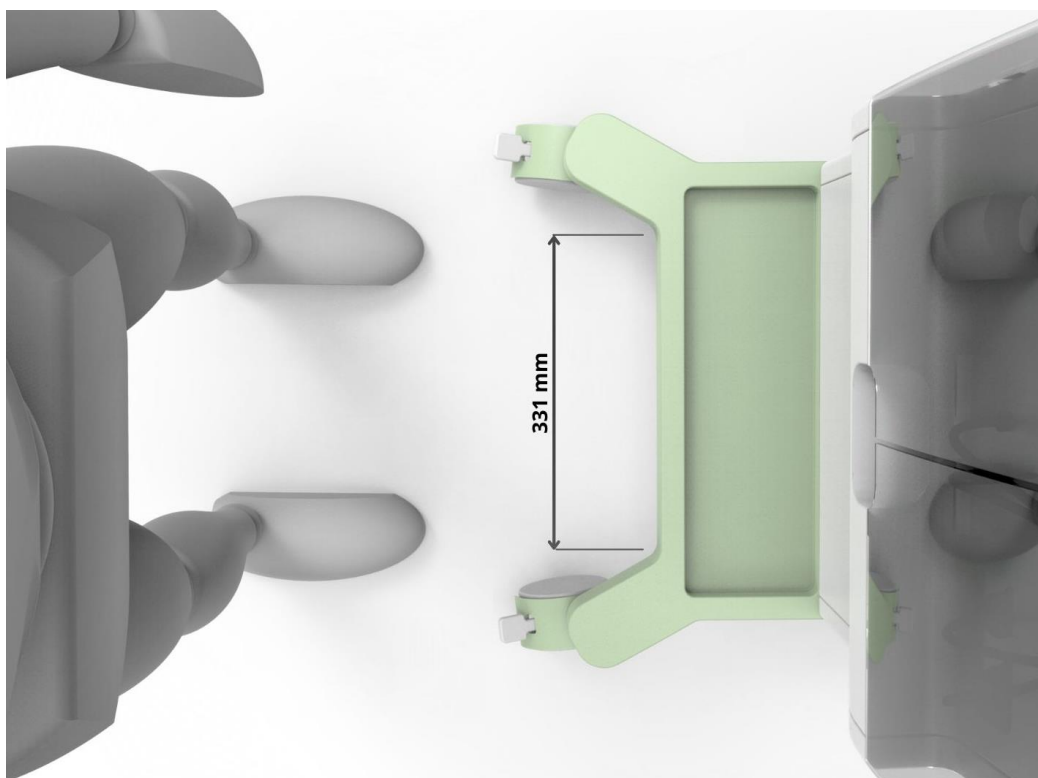


Obr. 6-13 Ergonomie – pohyb přístroje

6.5.4 Podvozková část

Jak již bylo zmíněno, podvozková část zajišťuje mobilitu zařízení a je také místem pro nádoby s koncentrátem. Vzhledem k tomu, že kola zařízení jsou roztažena do stran, je velmi důležité věnovat pozornost tomu, aby místo mezi koly bylo dostatečné pro obsluhu. V tomto případě je minimální šířka mezi výběžky kol 331 mm, což je dostatečně pohodlné, aby tam obsluhující personál mohl stát.

A na kolečkách je brzdový mechanismus, který se používá, když je přístroj na dialýzu umístěn u lůžka pacienta. Brzda může být aktivována na každém z kol, zatlačena na ně a poté deaktivována a špičkou nohy přivedena zpět do výchozí polohy na spodní straně.



Obr. 6-14 Ergonomie – vzdálenost mezi výběžky kol

6.6 Bezpečnost a hygiena

Vzhledem k tomu, že dialyzační přístroj je zařízení, které vyžaduje častou dezinfekci, byl horní povrch přístroje navržen tak, aby čištění přístroje bylo snadné a bezpečné. Jedná se o ABS plast, který je dostatečně odolný vůči použití chemických látek. Během provozu uvnitř dialyzačního přístroje dochází k bakteriální kontaminaci. Padlý vápenný sediment může způsobit mechanické poruchy dialyzačního zařízení a znesnadnit práci vnitřních senzorů. K čištění přístroje mezi léčebnými postupy se použije roztok chlornanu sodného.

Zaměstnanci, podílející se na práci s dialyzačním přístrojem, mají povinnost dodržovat bezpečnostní pravidla při práci s chemicky aktivními látkami, biologicky nebezpečným prostředím a používat jednotlivé prostředky sloužící k ochraně kůže a horních cest dýchacích. Současně je důležité zajistit bezpečnost pacienta pomocí zvukového alarmu, pokud nastanou potíže.

6.7 Udržitelnost

ABS plast používaný k výrobě krytů tohoto přístroje má pevnou strukturu, díky níž má vnější část zařízení dlouhou životnost. V případě potřeby výměny části zařízení může být plast speciálním postupem recyklován . Může tak být použit jako surovina pro opětovné použití.

Vnitřní části přístroje jsou také vytvořeny za účelem minimalizace výměny a poškození součástí. K tomu napomáhá systém včasné diagnostiky poruch přístroje, který identifikuje problém v počáteční fázi.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Při výběru barev pro zdravotnické zařízení je velmi důležité zvážit psychologii pacienta a servisního personálu. Různé odstíny mohou různě ovlivnit náladu pacienta a personálu. Barvy, které mají být použity, by měly v pacientovi vyvolat důvěru a pocit bezpečí. Na druhou stranu musí barva pozitivně ovlivňovat výkon personálu. Je také důležité vzít v úvahu barevné řešení prostoru, kde bude toto zařízení použito.

Finální barevné řešení zařízení se skládá ze dvou primárních barev. Hlavní část zařízení má světle šedý odstín blízký bílé RAL 9016. Bílá barva je klidná a uklidňující, což pozitivně ovlivňuje náladu člověka. Lze také říci, že většina zdravotnických zařízení používá bílou barvu pro interiér, kde se toto zařízení dobře hodí.

Zbývající části zařízení mají zeleno-bílý odstín RAL 6019. Odstín zelené barvy vizuálně zvýrazňuje tyto prvky, ale zároveň nevypadá příliš kontrastně. Psychologie zelené barvy spojena s klidem, vytvářejí pocit bezpečí, vyvolávají důvěru.





Obr. 7-1 Finální barevné řešení

Následující barevné řešení používá také dvě barvy, základní barva hlavní části zařízení zůstává beze změny a druhá barva ji doplňuje. V jedné variantě jde o odstín modré barvy RAL 6034 a v jiné variantě má odstín šedé barvy RAL 7042 , které jsou také často využívány v lékařském prostředí. Šedá barva má uklidňující účinek na nervový systém a psychiku. Přispívají k uspořádání myšlenek, relaxaci, mohou urychlit nástup přirozeného spánku. Modrá barva je spojena se spolehlivostí a klidem.



Obr. 7-2 Ostatní barevné řešení

7.2 Grafické řešení

7.2.1 Logotyp

Název zařízení Diam vznikl spojením dvou anglických slov – dialysis (dialyzační) a machine (přístroj), z prvního slova se použila první tři písmena a z druhého slova první písmeno. Logo vzniklo v kombinaci dvou barev Pantone 339 a Pantone 416. Pro logo byl použit jeden font – Agrandir Wide Medium, toto písmo je jednoduché, geometrické a snadno čitelné.

Pomocí písmene I a přidáním doplňkového prvku došlo k vytvoření symbolu plus, který je známkem často používaným v medicíně. Doplňující prvek je světlejší než písmeno I a je vytvořen ze stejné barvy s přidáním průhlednosti.



Obr. 7-3 Logotyp

Logo je umístěno v horní části boční strany zařízení, kde je dobře vidět, ale zároveň nepřitahuje zbytečnou pozornost. Logo je navázáno na spodní část výběžku madla.



Obr. 7-4 Umístění logotypu

7.2.2 Ovládací panel

K nastavení průběhu hemodialýzy se používá ovládací panel s dotykovou obrazovkou, pro který bylo navrženo grafické rozhraní displeje. Grafický displej podporuje celkový koncept zařízení a jeho logo. Barevné řešení displeje se skládá ze tří základních barev – světle šedé Pantone 413, tmavě šedé Pantone 339 a zelené Pantone 416. Poslední dvě barvy byly také použity pro logo. Tlačítka pod displejem jsou doplněna příslušnými piktogramy, které zobrazují účel tlačítka.



Obr. 7-5 Grafické rozhraní displeje

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Pro člověka s poruchou funkce ledvin je záchrana života prioritou, proto by měl několikrát týdně navštívit hemodialyzační centrum. Především je tato léčba velmi psychicky náročná, a to nejen pro nemocného člověka, ale i pro jeho blízké, a výrazně zasahuje do jeho života. Pacient, který navštíví dialyzační centrum, tráví mnoho času v blízkosti přístroje; je proto velmi důležité, aby přístroj vyvolával v člověku pozitivní emoce, a to se týká nejen pacienta, ale i personálu. Zdravotnický personál se snaží uspokojit pacienta ve všech jeho potřebách, a to v oblasti psychické, sociální a fyzické a samozřejmě se snaží zajistit adekvátní individuální léčbu, aby pacient byl co nejméně omezen ve svém každodenním životě. Dialyzační zařízení bylo navrženo tak, aby v člověku vyvolávalo pocit důvěry a klidu. Tomu napomáhají hladké linie přístroje a vhodné barevné řešení.

8.2 Sociální funkce

Hlavním uživatelem dialyzačního zařízení je zdravotnický personál. Nastavení a provoz přístroje je nejčastěji úkolem zdravotních sester, a právě na základě jejich potřeb byl vytvořen koncept přístroje pro dialýzu. Přístroj má jasné rozdělení prvků, díky čemuž bude nastavení přístroje intuitivní a snadné. To přispěje k rychlejší obsluze přístroje a k omezení nebezpečných situací.

Zařízení pro dialýzu je určeno všeobecně pro pacienty všech věkových skupin a ras, ale každý z pacientů má své individuální vlastnosti, které je třeba zohlednit při provádění hemodialýzy. Velmi důležitou součástí je v tomto případě komunikace mezi personálem dialyzačního centra a pacientem. Personál prochází speciálním školením ohledně správné komunikace s pacienty, kteří se setkali s takovým problémem, jako je selhání ledvin. Jeho úkolem je uklidnit pacienta, ale zároveň ho informovat o všech možných rizicích. Při hemodialýze musejí zdravotníci zohlednit také individuální vlastnosti pacienta, aby si byli předem vědomi možných komplikací.

8.3 Ekonomická funkce

Díky rozvoji technologií v oblasti medicíny neustále roste poptávka po nových přístrojích. Navrhovaný dialyzační přístroj využívá ověřenou technologii vstřikování plastů. Odlišit zařízení od ostatních produktů pomůže estetická stránka přístroje, která má jednoduchý a harmonický tvar.

9 ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce je navrhnout originální a vizuálně sjednocený design dialyzačního přístroje s ohledem na stabilitu a ergonomii.

V části věnované designerské analýze byly rozebrány stávající produkty a také byly zmíněny jejich výhody a nevýhody, které lze vyřešit vhodným designem. Byla provedena technická analýza vnitřních a vnějších komponent přístroje, která pomohla pochopit, jak přesně tento přístroj funguje. Tato analýza se stala rozhodujícím faktorem pro určení tvaru a velikosti dialyzačního zařízení.

Finální řešení je vytvořeno především podle požadavků uživatele zařízení. Displej, který se nachází na horní části zařízení má otočný mechanismus, pomocí kterého lze nastavit monitor pro uživatele s různým vzrůstem. V zadní části přístroje je kolmá zadní stěna s madlem v pohodlné výšce, které umožňuje bezpečně přemísťovat přístroj mezi místnostmi. Inovativním řešením této práce je místo na materiály. Samostatná krabice na příslušenství umožňuje uživateli snížit potřebu používat přenosný stůl. V této krabici musí být všechny materiály potřebné k provedení hemodialýzy pro jednoho pacienta. Krevní část, která se připojuje k pacientovi je uzavřena za průhlednými dveřmi, které tuto část chrání před prachem a nečistotami. Díky tomu bude čištění přístroje snadnější a rychlejší. Zároveň se pomocí dveří dospělo ke kompaktnějšímu a čistšímu tvaru přístroje, který pozitivně ovlivňuje psychiku člověka.

Lze předpokládat, že tato práce splňuje všechny stanovené cíle. Koncepční řešení dialyzačního přístroje má potenciál pro vývoj tohoto produktu.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. The history of dialysis - Fresenius Medical Care. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © Fresenius Medical Care AG [cit. 14.01.2021]. Dostupné z: <https://www.freseniusmedicalcare.com/en/media/insights/company-features/the-history-of-dialysis/>
2. KESZIOVÁ A, Historický vývoj nefrologického ošetrovatelství a potřeba ošetrovatelského standardu v oboru. JU České Budějovice, 2010.
3. HONZÁK, Radkin. Kousek historie dialyzačně transplantační léčby. Stěžeň. Praha: Společnost dialyzovaných a transplantovaných, 2000, č. 4, s. 12-14. ISSN 1210-0153.
4. Fresenius Medical Care celebrates first 20 years - Fresenius. Homepage - Fresenius [online]. Dostupné z: <https://www.fresenius.com/fresenius-medical-care-celebrates-first-20-years>
5. 6008 CAREsystem - Fresenius Medical Care. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © Fresenius Medical Care. Dostupné z: <https://www.freseniusmedicalcare.cz/cs/odborna-verejnost/hemodialyza/pristroje/6008-%20caresystem/>
6. Společnost Bbraun [online]. Copyright © B. Braun Melsungen AG. Dostupné z: <https://www.bbraun.cz/cs/spolecnost.html#>
7. Dialog iQ – Challenge the Thinking | Braunoviny. Braunoviny.cz [online]. Copyright © B. Braun Melsungen AG. Dostupné z: <https://www.braunoviny.cz/dialog-iq-challenge-thinking>
8. Message from the President | About Us | NIKKISO CO., LTD.. NIKKISO CO., LTD. [online]. Copyright © Nikkiso Co., Ltd. All Rights Reserved. Dostupné z: <https://www.nikkiso.com/company/message.html>
9. Theramed - Theramed AG - Medizinprodukte [online]. Copyright ©. Dostupné z: https://www.theramed.ch/media/products/Dialyse/Haemodialyse/Dialysesystem-DBB-EXA/external%20DBB-EXA_EN_2017-04_DO-F371_V2-0_V21_no.pdf
10. BELLCO. Bellco The right therapy way [online]. 2012 [cit. 2014-01-19]. Dostupné z: <http://www.bellco.net/>
11. Baxter is Transforming Global Renal Care | Baxter Renal Care [online]. Copyright ©. Dostupné z: https://renalcare.baxter.com/sites/g/files/ebysai1471/files/2019-12/Artis_Physio_brochure_2018_16p_A4_EUMP_MG182_15-0007%282%29_low.pdf
12. Nipro - Wikipedia. [online]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nipro>

13. TESÁŘ, Vladimír a Otto SCHŮCK a kol. Klinická nefrologie. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-247-0503-6.
14. Materials in Medicine: Hemodialysis and Prosthetic Vascular Grafts. Copyright © 2021 Elsevier, except certain content provided by third parties. Dostupné z: <https://chemical-materials.elsevier.com/new-materials-applications/materials-medicine-hemodialysis-prosthetic-vascular-grafts/>
15. Rekreační dialýza | Rekreační dialýza [online]. Copyright ©. Dostupné z: <https://rekreacni-dialyza.cz/wp-content/uploads/Lopot-Dialyza%C4%8Dn%C3%AD-p%C5%99%C3%ADstroj-St%C4%9B%C5%B5%C5%88-4-12.pdf>
16. MAJOR, Marek - SVOBODA, Lukáš. Náhrada funkce ledvin - hemodialýza, paritoneální dialýza, transplantace. 1. vyd. Praha: Triton, 2000, 38 s. Vím víc. ISBN 80-725-4127-7.
17. Насос по крови. Файловый архив для студентов. StudFiles [online]. Dostupné z: <https://studfile.net/preview/6019560/page:15/>
18. КОНЦЕНТРАТ КИСЛОТНЫЙ ДЛЯ ГЕМОДИАЛИЗА: инструкция по применению, описание и отзывы о препарате | Фармацевтическая корпорация «Юрія-Фарм». Фармацевтическая корпорация «Юрія-Фарм» [online]. Dostupné z: <https://www.uf.ua/product/kontsentrat-kyslotnyj-dlya-gemodyalyza/>
19. SASAKOVÁ, Dana, MATĚJKOVÁ, Miroslava. Výživový průvodce pro dialyzovaného pacienta. Praha: Mladá fronta a.s
20. Аппарат для гемодиализа Fresenius 4008 H. [online]. Dostupné z: <http://www.texnic.ru/medtex/medtex033.htm>
21. Česká technická norma ICS 11.040.0 [online]. Dostupné z: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/html_nahledy/85/63562/63562_nahled.htm
22. LOPOT, František. Biologická ledvina a její umělá náhrada: principy. Stěžeň. Praha: Společnost dialyzovaných a transplantovaných, 2012, roč. 23, č. 2. Dostupné z: <http://www.stezen.cz/html/stezen/casopis/2012/02/index.php?ap=ledvina>
23. Aktuality v nefrologii: Časopis pro klinickou nefrologii a metody náhrady funkce ledvin. Praha: Tis, 2012, roč. 18, č. 3. ISSN 1210-955X.
24. Имплантируемая искусственная почка: обзор современного состояния технологии | Новости и события мира телемедицины, mHealth, медицинских гаджетов и устройств [online]. Dostupné z: evercare.ru
25. LACHMANOVÁ, Jana. Vše o hemodialýze pro sestry. Vydavatel: Galén; ISBN: 9788072625529; 2008.

26. Блок процессора, гидравлики и режим работы аппарата "искусственная почка". Перспективы развития аппарата "искусственная почка" [online]. Dostupné z: zinref.ru
27. Everything you need to know about ABS plastic. *Prototyping Firms / Creative Mechanisms* [online]. Copyright [cit. 20.05.2021]. Dostupné z: [creativemechanisms.com https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic](https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic)
28. Vstřikování plastů – Wikipedie (wikipedia.org). Dostupné z: [Vstřikování plastů – Wikipedie \(wikipedia.org\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Vstřikování_plastů)
29. Центр строительных технологий [online]. Dostupné z: https://www.cst-pro.ru/goods/187119491-abs_listovoy_1_mm_cherny

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	Akutní dialýza během korejské války (1952) [1]	15
Obr. 2-2	Nils Alwall v roce 1946 s raným modelem dialyzačního stroje	16
Obr. 2-3	FRESENIUS 4008 [4].....	18
Obr. 2-4	FRESENIUS 5008 CorDiax [4].	19
Obr. 2-5	FRESENIUS 6008 Care System [5].....	20
Obr. 2-6	B.Braun Dialog+ [5].....	21
Obr. 2-7	B.Braun Dialog IQ [7].....	22
Obr. 2-8	Nikkiso DBB-05 [8].	23
Obr. 2-9	Nikkiso DBB-EXA [9]	24
Obr. 2-10	Bellco Primula [10]	25
Obr. 2-11	Baxter Gambro ARTIS 230V PHYSIO [11].....	26
Obr. 2-12	Nipro SURDIAL X [12].....	27
Obr. 2-13	Dialyzační přístroje Fresenius 4008 S a 5008 CorDiax – MUDr. Damir Yusupov – Fotodokumentace z nemocnice.....	28
Obr. 2-14	Proces hemodialýzy [14].....	30
Obr. 2-15	Fresenius 6008 vnější komponenty [5].	31
Obr. 2-16	Dialyzátor [15]	32
Obr. 2-17	Princip činnosti peristaltické krevní pumpy [15].	33
Obr. 2-18	Kyselé a alkalické koncentráty v kanistrech [18].....	35
Obr. 2-19	Popis vnitřních komponent.....	36
Obr. 2-20	Jednotka procesoru [1].	37
Obr. 2-21	Zdroj hydrauliky [1].	38
Obr. 2-22	Implantát z Kalifornské univerzity v San Francisku (USA).	39
Obr. 4-1	Variantní studie 1	43
Obr. 4-2	Variantní studie 1 – rozměrové řešení	44
Obr. 4-3	Variantní studie 2.	45
Obr. 4-4	Variantní studie 2 – rozměrové řešení.....	45
Obr. 4-5	Variantní studie 3	46

Obr. 4-6	Variantní studie 3 – rozměrové řešení.....	47
Obr. 5-1	Finální řešení – celkový pohled.....	48
Obr. 5-2	Finální řešení – celkový pohled.....	49
Obr. 5-3	Finální řešení – podvozková část	50
Obr. 5-4	Finální řešení – odkládací prostor	50
Obr. 5-5	Finální řešení – průhledný kryt.....	51
Obr. 5-6	Finální řešení – chladicí otvory.	52
Obr. 6-1	Finální řešení – rozměrové řešení.....	53
Obr. 6-2	Finální řešení – umístění monitoru.....	54
Obr. 6-3	Finální řešení – odběr koncentratu.	55
Obr. 6-4	Finální řešení – označení konektorů a držáků.	55
Obr. 6-5	Finální řešení – krevní část	56
Obr. 6-6	Finální řešení – konektory.	56
Obr. 6-7	Finální řešení – vnitřní uspořádání	57
Obr. 6-8	ABS plast.....	58
Obr. 6-9	Otáčení displeje pro obsluhu s různou výškou.	59
Obr. 6-10	Využití displeje – perspektivní pohled	60
Obr. 6-11	Ukázkový obrázek vyjímatelností krabičky na materiály.	61
Obr. 6-12	Ukázkový obrázek – manipulace s krevní částí.....	62
Obr. 6-13	Ergonomie – pohyb přístroje	63
Obr. 6-14	Ergonomie – vzdálenost mezi výběžky kol.....	64
Obr. 7-1	Finální barevné řešení.....	67
Obr. 7-2	Ostatní barevné řešení	67
Obr. 7-3	Logotyp.....	68
Obr. 7-4	Umístění logotypu	68
Obr. 7-5	Grafické rozhraní displeje.	69

12 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster sumarizační (A4)

Zmenšený poster technický (A4)

Zmenšený poster designérský (A4)

Zmenšený poster ergonomický (A4)

Sumarizační poster (A1)

Technický poster (A1)

Designérský poster (A1)

Ergonomický poster (A1)

Model (M 1:4)

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 6-1	Parametry.....	54
----------	----------------	----

14 ZMENŠENÉ POSTERY



Dialyzační přístroj
D+I+M
Designérský poster



Velký význam při rozpracování finální varianty měla ergonomie a vliv na psychiku pacienta. Tělo zařízení má geometrický tvar s přidáním organických prvků, které činí pohled na zařízení příjemnější pro pacienta.



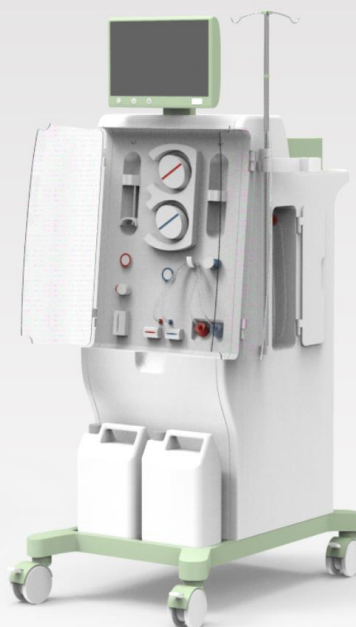
DESIGN DIALYZAČNÍHO PŘÍSTROJE/DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Siumbel Zagidullina / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021



Dialyzační přístroj

D+AM

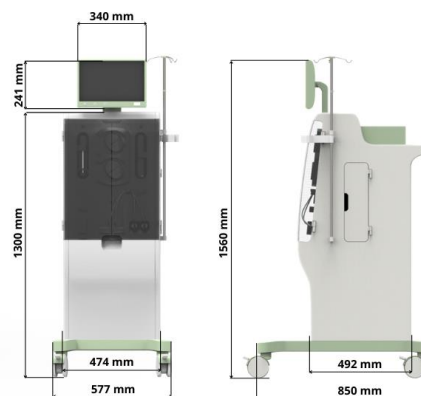
Technický poster



- Procesor
- Hydraulika
- Větrací systém
- Napájecí systém
- Batarie



Veškeré rozměry přístroje vychází z vnitřního uspořádání komponent a spolu s tím i z některých vnějších prvků jako krevní část, která má své specifické prvky. Rozměr podvozkové části vychází především z velikostí standardních koncentračních nádob.



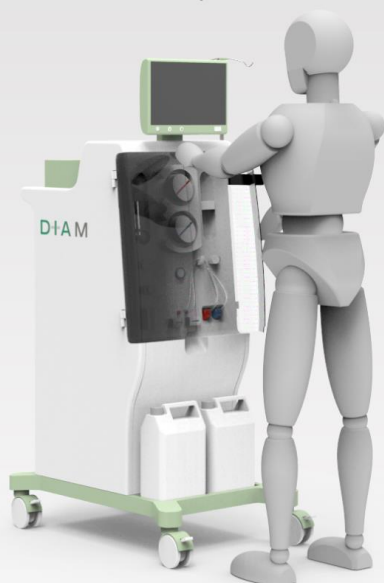
DESIGN DIALYZAČNÍHO PŘÍSTROJE/DIPLOMOVÁ PRÁCE /Autor: Bc. Siumbel Zagidullina / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021



Dialyzační přístroj

D+AM

Sumarizační poster



Při výběru barev pro zdravotnické zařízení je velmi důležité zvážit psychologii pacienta a obsluhujícího personálu. Různé odstíny mohou různě ovlivnit náladu pacienta a personálu. Finální barevné řešení zařízení se skládá ze dvou primárních barev RAL 9016 a RAL 6019.



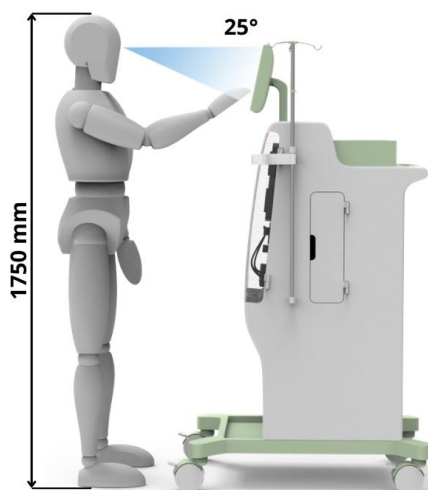
DESIGN DIALYZAČNÍHO PŘÍSTROJE/DIPLOMOVÁ PRÁCE /Autor: Bc. Siumbel Zagidullina / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021



Dialyzační přístroj

D+AM

Ergonomický poster



Dialyzační přístroj je zařízení, se kterým je obsluha neustále v kontaktu po celý pracovní den. Tento přístroj má své specifické technické parametry, ale zároveň musí splňovat požadavky uživatele zařízení tak, aby manipulace se zařízením byla intuitivní a snadná.



DESIGN DIALYZAČNÍHO PŘÍSTROJE/DIPLOMOVÁ PRÁCE /Autor: Bc. Siumbel Zagidullina / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021

